

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年11月11日
Date of Application:

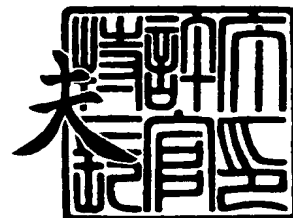
出願番号 特願2003-381756
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-381756]

出願人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2003年12月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



【書類名】 特許願
【整理番号】 J0104164
【提出日】 平成15年11月11日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 21/288
B41J 2/01
G06K 19/077
H01L 21/3205
B41J 27/00

【発明者】
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
【氏名】 三浦 弘綱

【発明者】
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
【氏名】 尼子 淳

【特許出願人】
【識別番号】 000002369
【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】
【識別番号】 100098084
【弁理士】
【氏名又は名称】 川▲崎▼ 研二

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003- 12705
【出願日】 平成15年 1月21日

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003- 54672
【出願日】 平成15年 2月28日

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003- 54673
【出願日】 平成15年 2月28日

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 038265
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9606536

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

液滴を基板に向けて吐出する吐出ヘッドと、
前記吐出ヘッドから吐出された液滴が所定の軌道から外れた場合に該液滴を所定の軌道に戻す方向のエネルギーを該液滴に与える軌道修正手段と
を有する液滴吐出装置。

【請求項 2】

前記エネルギーは、光エネルギーであることを特徴とする請求項 1 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 3】

前記軌道修正手段は、前記光エネルギーによって発生する光圧で前記液滴を駆動することを特徴とする請求項 2 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 4】

前記軌道修正手段は、前記光エネルギーを前記液滴または前記軌道上の雰囲気吸収することによって発生する分子の運動エネルギーで前記液滴を駆動することを特徴とする請求項 2 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 5】

前記液滴は、前記光エネルギーを吸収して熱に変換する光熱変換材料を含有することを特徴とする請求項 4 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 6】

前記軌道修正手段は、前記液滴の所定の軌道を取り囲むように光束を出射する手段を有することを特徴とする請求項 2 乃至 5 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 7】

前記光束を出射する手段は、レーザー光源を有することを特徴とする請求項 6 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 8】

前記軌道修正手段は、光束を回折させることによって得られた面状の光束を用いて前記液滴の所定の軌道を取り囲むことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 9】

前記軌道修正手段は、光束を回折させることによって得られた円筒状の光束を用いて前記液滴の所定の軌道を取り囲むことを特徴とする請求項 8 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 10】

前記軌道修正手段は、前記光束の回折像が結像する位置よりも光源に近い位置で、前記光束で取り囲まれた領域の中に前記液滴を吐出することを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 11】

光束を透過可能な基板を用いる場合には、前記光束を該基板に対して前記吐出ヘッドと反対方向から出射することによって前記液滴の所定の軌道を取り囲むことを特徴とする請求項 6 乃至 9 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 12】

前記光束を出射する手段は、
前記液滴の吐出信号から該液滴が前記光束または該光束の反射光束を横切るタイミングを知る手段を有し、
前記タイミングで前記光束の強度を弱める、または、照射を停止する手段を有することを特徴とする請求項 8 乃至 10 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 13】

前記液滴の吐出される時期に前記吐出ヘッドの吐出口を開放する開閉手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 14】

前記液滴が連続して吐出される場合には、前記吐出ヘッドの吐出口を開放し続けること

を特徴とする請求項 1 3 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 1 5】

前記吐出ヘッドを覆う囲いを有し、
前記囲いには前記吐出ヘッドから吐出された液滴を通過させる孔が設けられている
ことを特徴とする請求項 1 乃至 1 4 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 1 6】

前記吐出ヘッドおよび前記基板を密閉する密閉器と、
前記密閉器内を減圧する減圧手段と
を有することを特徴とする請求項 1 乃至 1 5 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 1 7】

請求項 1 乃至 1 6 のいずれかに記載の液滴吐出装置を備え、該液滴吐出装置を用いて印刷を行う印刷装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 乃至 1 6 のいずれかに記載の液滴吐出装置を用いて印刷を行う印刷方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 乃至 1 6 のいずれかに記載の液滴吐出装置を用いて配線を印刷した配線基板を備えた電気光学装置。

【書類名】 明細書**【発明の名称】** 液滴吐出装置、印刷装置、印刷方法および電気光学装置**【技術分野】****【0001】**

本発明は、液滴を基板に向けて吐出する液滴吐出装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

ガラスや紙フェノールの基板に対して、液体インク等の液体材料を液滴として吐出させ、当該基板上に液体材料をパターン印刷する装置（液滴吐出装置）が種々の技術分野で用いられている。近年では、金属を拡散した溶液を基板に向けて吐出することにより、基板上に電気回路の配線をパターン印刷するという用途も提案されている（たとえば、特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】 特開 2002-261048号公報

【0004】

液滴吐出装置では、液滴を吐出する吐出ヘッドを基板の上方に設け、基板上の目標位置に向けて液滴を吐出させていく。このとき、吐出ヘッドと基板との相対位置を適宜調整しながら液滴を吐出することにより、パターン印刷することができる。

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、これまでの液滴吐出装置では、液滴が固化して吐出ヘッドの吐出口が詰まることによって予期しない方向に液滴が吐出されてしまったり、正常に吐出された液滴が空気抵抗による力を受けて進路が曲げられてしまうことがあった。この結果、本来の目標位置と異なる位置に液滴が着弾してしまい、電気回路の配線パターンミスといった問題を引き起こしていた。また、金属の拡散溶液等は一般に高価であるから、無駄に消費されることは避けるべきである。

【0006】

空気抵抗の影響を回避する方法の1つとして、基板と吐出ヘッドの間隔（プラテンギャップ）を短くする方法があるが、この方法は、基板の形状に起伏がある場合は採用できない。また、使用する液体材料の重量（インク重量）が小さい場合は、空気抵抗を受けやすいから、プラテンギャップを短くしても空気抵抗の影響を回避する効果が得られにくい。

本発明は以上の点を考慮してなされたものであり、位置精度よく基板上に液滴を吐出する技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

上述の課題を解決するために、本発明は、液滴を基板に向けて吐出する吐出ヘッドと、前記吐出ヘッドから吐出された液滴が所定の軌道から外れた場合に該液滴を所定の軌道に戻す方向のエネルギーを該液滴に与える軌道修正手段とを有する液滴吐出装置を提供する。

この液滴吐出装置によれば、吐出ヘッドから吐出された液滴が所定の軌道から外れた場合に液滴を所定の軌道に戻す方向のエネルギーが液滴に与えられる。これによって、基板上に液滴を高い精度で着弾させることができる。

ここで、前記エネルギーは光エネルギーであることが好ましい。この液滴吐出装置によれば、光エネルギーを用いて液滴を所定の軌道に戻す方向のエネルギーが液滴に与えられる。

さらに好ましくは、前記軌道修正手段は、前記光エネルギーによって発生する光圧で前記液滴を駆動することを特徴とする。

あるいは、前記軌道修正手段は、前記光エネルギーを前記液滴または前記軌道上の雰囲気が吸収することによって発生する分子の運動エネルギーで前記液滴を駆動するものであ

ってもよい。さらに好ましくは、前記液滴は、前記光エネルギーを吸収して熱に変換する光熱変換材料を含有することを特徴とする。これによって、光エネルギーの変換効率が向上する。

【0008】

また、上述の液滴吐出装置において、好ましくは、前記軌道修正手段は、前記液滴の所定の軌道を取り囲むように光束を出射する手段を有することを特徴とする。これによって、いずれの方向に液滴の進路が外れた場合にも、液滴を所定の軌道に戻すことができる。

また、高密度に構成された吐出ヘッドでは高い集光特性が要求されるため、前記光束を出射する手段はレーザー光源であればさらに好ましい。

また、前記軌道修正手段は、光束を回折させることによって得られた面状の光束を用いて前記液滴の所定の軌道を取り囲む構成とすることが好ましい。

この液滴吐出装置によれば、すき間のない光束を用いることにより、液滴の着弾の精度を高めることができる。また、液滴の軌道を取り囲むために多数の光源を設ける必要がなくなる。

さらに、前記軌道修正手段は、光束を回折させることによって得られた円筒状の光束を用いて前記液滴の所定の軌道を取り囲む構成とすることが好ましい。

この液滴吐出装置によれば、液滴が円筒状の光束によって常に円筒の中心方向に押し戻される。これによって、基板上に液滴を高い精度で着弾させることができる。

【0009】

ところで、光束が結像する位置（ではレーザー光のエネルギー密度が最も高くなっているため、この位置を液滴が通過した場合、液滴がレーザー光からの作用によってはね返されたり、あるいは溶媒の蒸発によって体積が減少してしまうおそれがある。そこで、前記軌道修正手段は、前記光束の回折像が結像する位置よりも光源に近い位置で、前記光束で取り囲まれた領域の中に前記液滴を吐出する構成とすることが好ましい。これによって、液滴がレーザー光の影響を受けにくくすることができる。

また、光束を透過可能な基板を用いる場合には、前記光束を該基板に対して前記吐出ヘッドと反対方向から出射することによって前記液滴の所定の軌道を取り囲むことが好ましい。このような構成によれば、液滴が光束を横切ることがないため、液滴が光束を横切ることの影響を考慮する必要がなくなる。

また、別の好ましい態様において、前記光束を出射する手段は、前記液滴の吐出信号から該液滴が前記光束または該光束の反射光束を横切るタイミングを知る手段を有し、前記タイミングで前記光束の強度を弱める、または、出射を停止する手段を有することを特徴とする。これによって、液滴が光束を横切ることによる影響を受けないようにすることができる。

【0010】

また、前記液滴の吐出される時期に前記吐出ヘッドの吐出口を開放する開閉手段を有する構成とすることも好ましい。

この構成によれば、ヘッド部の移動により発生する気流や、装置の構成素子の発熱などに起因するノズルにおける溶液の乾燥を抑制することができる。

さらに、前記液滴が連続して吐出される場合には、前記吐出ヘッドの吐出口を開放し続ける構成とすることが好ましい。この構成によれば、液滴の吐出が続く場合には、ノズルが開放され続けるから無駄な開閉動作を省くことができ、開閉動作が遅い圧電素子を用いる場合に好適である。

【0011】

また、前記吐出ヘッドを覆う囲いを有し、前記囲いには前記吐出ヘッドから吐出された液滴を通過させる孔が設けられている構成とすることも好ましい。この構成によれば、ノズルおよび吐出管の乾燥を抑制することができる。また、液滴が気流で押し流され基板上の所定の位置と異なる位置に付着することを防ぐことができる。

また、前記吐出ヘッドおよび前記基板を密閉する密閉器と、前記密閉器内を減圧する減圧手段とを有する構成とすることも好ましい。

この構成によれば、飛翔空間における気流の発生を抑制される。これによって、液滴を基板上の所定の位置に着弾させることができる。

【0012】

また、本発明は、上述の液滴吐出装置を備えた印刷装置、あるいは上述の液滴吐出装置を用いた印刷方法を提供する。この印刷装置または印刷方法によれば、例えば、金属粒子を拡散した溶液を用いて基板上に配線を印刷することができる。また、このようにして作成された配線基板は、電気光学装置の構成要素として用いることが好適である。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、基板上に液滴を高い精度で着弾させることができる。さらに、円筒状の光束を用いることにより、飛翔する液滴の周囲をすき間なく取り囲むことができ、着弾の精度を高めることができる。また、ヘッド部の移動により発生する気流や、装置の構成素子の発熱などに起因するノズルにおける溶液の乾燥を抑制することができる。また、液滴が気流で押し流され基板上の所定の位置と異なる位置に付着することを防ぐことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を用いながら本発明に係る実施形態の内容を説明する。

〔第1実施形態〕

図1は、本実施形態に係るインクジェット装置（液滴吐出装置）10の斜視図である。図1に示すように、インクジェット装置10は、液滴を基板9に対して吐出するヘッド部20を備えている。ステージ12は、紙フェノールやガラス等の薄板である基板9をセットするための載置台である。ここで、ヘッド部20はスライダ31によりx方向に移動でき、ステージ12は、スライダ32によりy方向に移動できるように構成されている。これにより、ヘッド部20と基板9との相対位置の調整が行われ、基板9の任意の位置に液滴を吐出することができる。

【0015】

図2は、インクジェット装置10のヘッド部20の構成を概略的に示した図である。図2に示す制御部5は、インクジェット装置10の各部の動作を統括する部分であり、CPU（Central Processing Unit）や、このCPUで用いられるプログラムを記憶した記憶部等を有している。

タンク3には、液体材料として、マイクロカプセル化した状態の銀粉をn-テトラデカン（ $C_{14}H_{30}$ ）で拡散した溶液（以下、銀拡散溶液という）が格納されている。ヘッド部20には、図示のように複数の吐出ヘッド25が設けられており、吐出ヘッド25の周囲にはレーザー装置21が設けられている。タンク3に格納された銀拡散溶液は、配管4を介して吐出ヘッド25に供給され、その後、吐出ヘッド25から液滴として吐出される。本実施形態においては、吐出ヘッド25から吐出される液滴の直径は $1\mu m$ 程度である。なお、水溶液、水分散液、有機溶液、有機分散液などからなる液滴を用いてもよい。

【0016】

次に、図3に、吐出ヘッド25の断面図を示す。液体室25Aには、配管4を通して供給された溶液が一時的に格納される。圧電体素子25Bは、制御部5による制御の下、供給される駆動信号（電圧信号）のレベルに応じて自らの形状を伸縮する性質を有している。圧電体素子25Bが形状を伸張した際には、液体室25Aに圧力が加えられ、この加圧により、液体室25A内の液体材料がノズル25Eから液滴として吐出される。ノズル詰まり等のない正常なノズル25Eからは、真下、すなわち、基板9の表面に対し垂直な方向に向けて、液滴が吐出される。

なお実際のヘッド部20は、このような吐出ヘッド25を12個（6個×2列）備えており、制御部5により吐出ヘッド25の各々に駆動信号が供給される。

【0017】

次に、レーザー装置21について説明する。図4に、レーザー装置21の構成図を示す

。レーザー駆動回路 21A は、制御部 5 による制御の下、印加される電圧のレベルに応じた電流をレーザー 21B に流す。レーザー 21B は、レーザーダイオード等の半導体レーザーであり、流れる電流の量に応じた強度のレーザー光を出射させる。そして、レーザー 21B から出射されたレーザー光は、レンズ 21E により集光された後、直線レーザー光として出力される。このレーザー光は、基板 9 の表面に垂直に照射される。

なお、レーザー 21B から出射されたレーザー光の一部は、モニタダイオード 21C に供給される。モニタダイオード 21C は、受光したレーザー光の強度に応じた電圧信号を、レーザー駆動回路 21A に帰還する。このように、レーザー駆動回路 21A、レーザー 21B およびモニタダイオード 21C で帰還回路を構成し、レーザー 21B から出射されるレーザー光のレベルを一定に制御している。

上述したレーザー装置 21 は、個々の吐出ヘッド 25 を取り囲むようにして配設されている。図 5 は、ヘッド部 20 の底面図である。同図に示すように、吐出ヘッド 25 のノズル 25E の位置を取り囲むようにして、レーザー装置 21 のレンズ 21E が配設されている。

【0018】

図 6 は、ヘッド部 20 から、液滴の吐出およびレーザー光の出射を行った場合の、液滴およびレーザー光の進路方向（軌跡）を図示したものである。なお、図 6 では、1 つの吐出ヘッド 25 および当該吐出ヘッド 25 の周りに配設したレーザー装置 21 について示している。

ノズル 25E に詰まりが発生しておらず、また、空気抵抗の影響が無視できるとすれば、図 6 に示すように、ノズル 25E から吐出された液滴は、基板 9 の目標位置に落下（着弾）する。ここで、目標位置 9Z は、ヘッド部 20 とステージ 12 との相対位置調整によって調整されるものである。

【0019】

一方、図 7 は、ノズル 25E の詰まりや空気抵抗の影響等により、液滴の進路が曲げられてしまう場合を図示したものである。

図 7 に示すように、液滴の進路方向は、基板 9 の目標位置 9Z とは別の方向に反れることになるが、当該液滴はレーザー光のいずれかと衝突する。そして、この衝突により、液滴は跳ね返されて、その進路が変更され、基板 9 の目標位置 9Z に正確に着弾される。なお、図 7 では、液滴とレーザー光が 1 回だけ衝突した例を図示したが、さらに多くの衝突を繰り返した後、最終的に液滴は目標位置 9Z に着弾する場合もある。

【0020】

ここで、液滴がレーザー光から受ける作用について説明する。液滴は、レーザー光で取り囲まれた空間を飛行中に以下に示す 2 種類の作用を受ける。

(1) 光圧（光子衝突の反作用）

(2) 光熱変換の熱エネルギーによる液体の蒸発の反作用

(1) の作用は、液滴の直径が微小な場合に顕著な効果を発揮する。この場合、レーザー光の波長は液滴の種類に応じて最適化することが必要となり、液滴に吸収されにくい波長を使用する。例えば、波長 355 nm あるいは 1064 nm の YAG (Yttrium-Aluminum-Garnet) レーザー、波長 500 nm の Ar レーザーなどを用いる。なお、(1) の作用は、例えば液滴が減圧下で飛行中に溶媒が蒸発して、液滴の直径が微小になった場合にも効果を発揮する。

(2) では、液滴がレーザー光に接近すると、レーザー光の熱エネルギーにより、液滴のレーザー光に近い部分、または、液滴の軌道上の雰囲気温度が上昇し、分子が気化する。そして、気化する際に発生する分子の運動エネルギーにより、レーザー光から遠ざかる方向に進路が変更される。(2) の作用は、例えば波長 10 μ m 程度の CO₂ レーザーのように、比較的長い波長のレーザー光を使用した場合に顕著な効果を発揮する。この場合、インク溶媒中に当該波長のレーザー光を吸収して熱に変換する染料等の光熱変換材料を混入することによって、さらに大きな効果を得ることができる。

【0021】

さて、本実施形態においては、レーザー光とレーザー光の間にすき間があるが、隣り合うレーザー光の間から液滴がすり抜けていくのを防止するためには、液滴の半径やレーザー光の光束径を考慮した上で、レーザー光の間隔を決めておけばよい。この場合、液滴がレーザー光により跳ね返される現象は、気化する際に発生するエネルギーや液滴の運動量に基づいて解析することができる。このため、予めシミュレーション実験を行い、液滴がレーザー光に跳ね返される好適な条件を求めておくことにより、隣接するレーザー光の間から液滴がすり抜けることがないように設定を行うことができる。

【0022】

このように、インクジェット装置10によれば、吐出ヘッド25の詰まりや空気抵抗の影響等によって液滴の進路が目標から反れた場合であっても、当該液滴は周囲のレーザー光に跳ね返されて進路変更しながら、本来の目標位置に着弾する。以上が本実施形態のインクジェット装置10の作用である。

【0023】

本実施形態においては、さらに以下の処理を行っている。まず、基板9に照射されたレーザー光は基板9の表面で反射されるが、基板9の表面に凹凸があるときは、レーザー光が基板9の表面で散乱されることになる。この場合、図8に図示するように、レーザー光の散乱光（反射光）によって、液滴が所定の進路とは異なる方向に跳ね返されてしまうおそれがある。

このような事態を回避するため、インクジェット装置10の制御部5は、以下のようにして、液滴の吐出タイミングおよびレーザー光の照射タイミングを制御している。

【0024】

図9は、1個の液滴をヘッド部20から基板9に吐出する際の、制御部5の制御内容を示すタイミングチャートである。

まずタイミングTM1において、制御部5は、吐出ヘッド25の圧電体素子25Bに駆動信号を供給し、ノズル25Eから1個の液滴を吐出させる。同時に、制御部5は、レーザー装置21のレーザー駆動回路21Aに駆動信号を供給し、レーザー21Bからレーザー光の出射を開始させる。レーザー21Bから出射されたレーザー光は、その後レンズ21Eにより集光され、直線レーザー光として基板9に向かって照射される。

【0025】

その後、液滴はタイミングTM3において、基板9に着弾する。タイミングTM1とタイミングTM3との時間間隔は、ノズル25Eと基板9との間隔Dを液滴の落下速度Vで除算することにより求められる。

制御部5は、タイミングTM3よりも少し前（たとえば数マイクロ秒前）のタイミングTM2で、レーザー駆動回路21Aに駆動信号を供給するのを止めて、レーザー21Bからレーザー光が出射しないように制御する。これにより、液滴が基板9に着弾する際には、レーザー光の照射は行われなくなり、この結果、レーザー光の反射光（散乱光）による液滴の跳ね返りといった不具合は回避される。

【0026】

また、基板9の表面状態が既知である場合は、レーザー光の反射経路（反射光の位置方向）をシミュレーション実験などを行い事前に調べておくことができる。これにより、反射光と液滴とがぶつからないように、レーザー光を照射するタイミングとしないタイミングを制御するようにしてもよい。この方法は、配線パターンや表示パネルを製造するような場合で印刷パターンが規則的であったり、CADデータなどから形状がわかる場合に特に有効である。

以上説明したように、本実施形態によれば、基板上に液滴を高い精度で着弾させることができる。これにより、たとえば、金属粒子を拡散した溶液を用いて基板上に高い精度で配線を印刷することができる。

【0027】

[第1実施形態の変形例]

上述の実施形態を以下のように変形することもできる。

(1) たとえば、1つの吐出ヘッド25に対するレーザー装置21の数は任意である。

また、図10に示すように、隣接する吐出ヘッド25から吐出される液滴の進行方向の修正を1つで兼用するレーザー装置21（図ではレンズ21Eのみを示す）を設けてもよい。

また、液滴の進行方向ずれ（反れ）の方向が一定方向に限定されるような場合は、当該方向にだけレーザー光照射をするようにレーザー装置21を設けてもよい。

(2) 液滴の進行方向と、レーザー光の進行方向は平行でなくてもよい。図11に示すように、基板9の目標位置9Zを取り囲むようにレーザー光の照射をすれば、上述実施形態と同様、液滴が目標位置9Zに着弾することになる。

【0028】

(3) また、液滴が基板9に着弾する際に、レーザー光の出射をしないように制御するのではなく、レーザー光のレベルを低下させるように制御してもよい。これによって、照射するレーザー光の散乱光（反射光）による液滴の跳ね返りを生じにくくすることができる。

(4) 液体材料として、銀以外の金属粉を拡散した溶液を用いてもよい。すなわち、液滴吐出することにより基板9上に導電膜を形成できれば、銀以外の銅や鉄の拡散溶液であってもよい。また、金属を拡散することができる溶液であれば、 n -テトラデカン ($C_{14}H_{30}$) 以外の溶液であってもよく、たとえば、水やアルコール溶液であってもよい。

【0029】

(5) 図12に示すように、吐出ヘッド25（ノズル25E）からみて斜下の位置に目標位置9Zがあってもよい。この場合、目標位置9Zの周りにレーザー光の照射をするようにしておけば、液滴は、レーザー光との衝突を繰り返しながら、結果的に、目標位置9Zにたどり着くことになる。なお、本変形例においては、レーザー光の反射光により液滴の進路が妨げられるような問題はないから、液滴着弾時においてレーザー光の照射を行わないように制御する必要はなくなる。

(6) 本実施形態に係るインクジェット装置10は、タンク3に格納される液体材料を液滴として、基板9に位置精度よく吐出させることができる。このため、基板9上に電気回路のパターン配線を行う用途以外の用途に用いるようにしてもよい。たとえば、液晶表示装置において、ガラス基板（基板9）上に、色素組成物（液体材料）を液滴吐出し、カラーフィルタを形成する工程に用いることができる。また、細胞液（液体材料）を、生体膜（基板9）に位置精度よく吐出させる生物実験に適用させることもできる。

【0030】

(7) 液滴を鉛直上方に向けて出射するようにしてもよい。このようにすれば、液滴の着弾の衝撃が弱まるから、液滴が基板上を転がったり、溶液の飛沫が散らばることを防ぐことができる。

(8) 液滴を所定の位置にガイドするためのエネルギーを液滴に与える手段として、レーザー光以外の手段を用いることも可能である。例えば、レーザー光でない通常の光、熱エネルギーなどを用いてもよい。また、粒子を液滴に衝突させることにより同様の効果を得ることとしてもよい。

【0031】

[第2実施形態]

次に本発明の第2実施形態について説明する。

図13は、第2実施形態におけるヘッド部40の構成を示す図である。ヘッド部40は、第1実施形態と同様のレーザー装置21および吐出ヘッド25を備え、さらに、コリメータ41、回折素子42を備えている。レーザー装置21から出射されたレーザー光をコリメータ41に入射することによって平行光が得られる。さらに、この平行光を回折素子42に入射することによって円筒状の光束が得られる。

【0032】

ここで、回折素子42について説明する。回折素子42は、石英ガラスなどの透明な板に電子線ビームを用いて凹凸をつけたものである。この回折素子42に平行光を入射する

ことによってレーザー光に位相差が発生し、円筒状の光束を得ることができる。図14に、代表的な3種類の解析素子を例示する。それぞれ、図中に示した位相関数に従って平行光に位相差を発生させるものである。図14(a)はリング光の位相関数、図14(b)はラゲール・ガウシアン関数、図14(c)は高次ベッセル関数である。図14(c)で光が交差する菱形の部分では干渉によって光が打ち消される。この光が打ち消された部分を用いて液滴の進路を取り囲む。また、適当な回折素子42を組み合わせることによって、光の波長程度まで円筒の直径を小さくすることも可能である。なお、回折素子42は、アキシコンプリズムを用いてもよい。

【0033】

本実施形態においては、上記のようにして作成された円筒状の光束を用いて、液滴の進路の制御を行う。図13には、図14(a)で示したリング光を用いた例を示している。光束の円筒の中心は、基板9の液滴を着弾させるべき位置に一致させる。そして、この円筒に対して斜め上方に設けられた吐出ヘッド25から液滴を吐出する。

ところで、光束が結像する位置（回折素子42から距離 z 離れた位置）ではレーザー光のエネルギー密度が最も高くなっているため、この位置で液滴がレーザー光を横切の場合、液滴がレーザー光からの作用によってはね返されたり、あるいは溶媒の蒸発によって体積が減少してしまうおそれがある。そこで、本実施形態においては、液滴を吐出する位置は、光束の結像する位置よりも回折素子寄りの位置とする。これによって、液滴がレーザー光の影響を受けにくくすることができる。

なお、液滴の吐出速度は既知であるから、この吐出速度と吐出ヘッドに供給される吐出信号とから液滴がレーザー光を横切るタイミングを算出し、このタイミングでレーザー光の強度を弱める、または、出射を停止するようにしてもよい。これによって、液滴がレーザー光を横切ることによる影響を受けないようにすることができる。

このようにして円筒状の光束内に吐出された液滴は、第1実施形態と同様に、その進路が本来の進路を外れたとしても光束によってはね返されて所望の位置に着弾する。

【0034】

なお、以下のように構成されたヘッド部50またはヘッド部60を用いてもよい。

図15は、ヘッド部50を示す図である。レーザー装置21から基板9に平行な方向に出射されたレーザー光は、コリメータ41および回折素子42を通過して円筒状の光束となる。続いて、この光束はミラー51に入射する。ミラー51に入射した光束は基板9に垂直な方向に進路を変えて進む。進路が変わった光束もまた円筒状を保っている。ミラー51の中央部には液滴が通過するのに十分な直径を有する孔が開けられており、吐出ヘッド25から吐出された液滴はこの孔を通過し、ミラー51によって進路を変えられた光束の円筒内に落下していく。このとき、液滴は光束を横切ることとなるが、ヘッド部40を用いた場合と同様に、光束の結像位置よりも手前の位置で液滴が光束を横切るようにすればよい。

【0035】

図16は、ヘッド部60を示す図である。ステージ61は、石英ガラス等で作成された板である。レーザー装置21、コリメータ41および回折素子42は、吐出ヘッド25から見てステージ61の反対側に設けられている。レーザー装置21から出射されたレーザー光は、コリメータ41および回折素子42を通過して円筒状の光束となる。この光束はステージ61を通過していく。吐出ヘッド25から吐出された液滴は、光束を横切ることがないため、液滴が光束を横切ることの影響を考慮する必要がなくなる。また、この構成によれば、ヘッド部40あるいはヘッド部50を用いた場合よりも吐出ヘッド25を基板9に近づけることができるから、着弾位置の正確さを増すことができる。

以上説明したように、本実施形態によれば、基板上に液滴を高い精度で着弾させることができる。これにより、たとえば、金属粒子を拡散した溶液を用いて基板上に高い精度で配線を印刷することができる。光束にすき間が生じることがないから、着弾の精度を高めることができる。また、液滴の軌道を取り囲むために多数の光源を設ける必要がなくなる。

【0036】

[第2実施形態の変形例]

以上説明した形態に限らず、本発明を以下のように変形することも可能である。

円筒状の光束を用いる代わりに、図17に示すように、平面状の光束の組み合わせにより四角柱状あるいは三角柱状などの光束で液滴の進路を取り囲む構成としてもよい。

また、液滴の進行方向ずれの方向が一定方向に限定されるような場合は、当該方向にだけレーザー光を照射するようにしてもよい。

また、線状の光束を円形あるいは多角形に走査するようにしてもよい。この構成によれば、円筒状あるいは多角柱状の光束を用いたのと同様の効果を得ることができる。また、所望の形状の透過光を得られる液晶シャッターを用いて、円筒状あるいは多角柱状の光束を照射するようにしてもよい。

【0037】

[第3実施形態]

次に、本発明の第3実施形態について説明する。第3実施形態は、第1実施形態または第2実施形態におけるインクジェット装置に対して、液滴を吐出するノズルの乾燥を防ぐための蓋を設けたことを特徴とする。

図18は、本実施形態に係るインクジェット装置（液滴吐出装置）100の斜視図である。図18に示すように、インクジェット装置100は、液滴を基板132に対して吐出するヘッド部200を備えている。ステージ130は、紙フェノールやガラス等の薄板である基板132をセットするための載置台である。ここで、ヘッド部200はスライダ112によりx方向に移動でき、ステージ130は、スライダ122によりy方向に移動できるように構成されている。これにより、ヘッド部200と基板132との相対位置の調整が行われ、基板132の任意の位置に液滴を吐出することができる。

図19はヘッド部200の斜視図である。ヘッド部200は、液滴を吐出するノズル210を計12個有している。また、ヘッド部200は、このノズル210に対応して設けられた圧電素子220を、計12個有している。この圧電素子220は、電圧が印加されることでY1方向に収縮するように形状を変化させ、閉塞されていたノズル210を開放する。さらに、ヘッド部200には、駆動制御回路140（図18参照）から供給される吐出駆動データにしたがって圧電素子220の収縮を行う電圧V1と伸長を行う電圧V0を生成するとともに液滴を吐出するための吐出信号を生成する吐出制御回路160が備えられている。

【0038】

図20は、ヘッド部200を鉛直面で切断した断面図である。このヘッド部200には、仕切部250で仕切られた空間に、吐出対象の溶液が充填された液体室260が設けられている。この液体室260は、各ノズルに対応して個々に設けられている。液体室260には振動板240が接合している。この振動板240は、吐出制御回路160から供給された吐出駆動電圧に基づく圧電素子230のZ1方向の伸長により、液体室260を圧縮する。吐出管保持部270は、液体室260から流入する溶液をノズル210に導く吐出管212を支持する。

【0039】

図21は、圧電素子220の動作を示した図である。吐出制御回路160によって圧電素子220の印加電圧が電圧V0から電圧V1に変化すると、圧電素子220の長さはL1からL2に収縮し、ノズル210が開放される。また、圧電素子220の印加電圧が電圧V1から電圧V0に変化すると、圧電素子220の長さがL2からL1に伸張し、ノズル210が閉塞される。

【0040】

図22は、吐出制御回路160から供給された吐出信号と、圧電素子220によるノズル210の開閉状態変化とを示したタイミングチャートである。

時刻t0において、液滴の吐出信号が立ち上がり、吐出制御回路160から圧電素子220に電圧V1が印加される。これにより、圧電素子220が収縮しノズル210が開放

される（図 22 中の「開」）。時刻 t_{01} において液滴が吐出されると、圧電素子 220 には電圧 V_0 が印加され、圧電素子 220 は伸長しノズル 210 を閉塞する（図 22 中の「閉」）。

【0041】

次に、時刻 t_1 において、液滴の吐出信号が立ち上がり、吐出制御回路 160 から圧電素子 220 に電圧 V_1 が印加される。これにより、圧電素子 220 が収縮しノズル 210 が開放される（図 22 中の「開」）。時刻 t_{12} において液滴が吐出されると、圧電素子 220 には電圧 V_0 が印加され、圧電素子 220 は伸長しノズル 210 を閉塞する（図 22 中の「閉」）。

次に、時刻 t_2 において、液滴の吐出信号は立ち上がり、吐出制御回路 160 から圧電素子 220 に印加される電圧は V_0 のままである。これにより、圧電素子 220 は伸長したままとなり、ノズル 210 が閉塞され続ける（図 22 中の「閉」）。

以上説明したように、本実施形態によれば、ヘッド部の移動により発生する気流や、装置の構成素子の発熱などに起因するノズルおよびその吐出管における溶液の乾燥を抑制することができる。

【0042】

なお、レーザー光による液滴のガイドを用いない構成としてもよい。このように構成された発明の要旨を示すと以下になる。

液滴を基板に向けて吐出する吐出ヘッドと、前記液滴の吐出される時期に前記吐出ヘッドの吐出口を開放する開閉手段を有することを特徴とする液滴吐出装置。

【0043】

[第 4 実施形態]

次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。第 4 実施形態は、第 3 実施形態と異なる態様でノズルの蓋の開閉制御を行うことを特徴とする。ここでは、本実施形態の第 3 実施形態と異なる点について説明する。

図 23 は、吐出制御回路 160 から供給された吐出信号と、圧電素子 220 によるノズル 210 の開閉状態変化とを示したタイミングチャートである。

時刻 t_0 において、液滴の吐出信号が立ち上がり、吐出制御回路 160 から圧電素子 220 に電圧 V_1 が印加される。これにより、圧電素子 220 が収縮しノズル 210 が開放される（図 23 中の「開」）。時刻 t_{01} において液滴が吐出されると、圧電素子 220 には電圧 V_0 が印加され、圧電素子 220 は伸長しノズル 210 を閉塞する（図 23 中の「閉」）。このとき、吐出制御回路 160 には、時刻 t_1 における吐出信号が供給される。吐出制御回路 160 は、時刻 t_1 における液滴の吐出があるか否かを判定し、吐出がある場合には期間 $t_0 \sim t_1$ の間、電圧 V_1 を印加し続け、ノズル 210 を開放し続ける。

【0044】

次に、時刻 t_1 において、吐出制御回路 160 から圧電素子 220 に電圧 V_1 が印加される。これにより、圧電素子 220 の収縮が継続し、ノズル 210 は開放状態を維持する（図 23 中の「開」）。このとき、この吐出制御回路 160 には、時刻 t_2 における吐出信号が供給される。吐出制御回路は、時刻 t_2 において液滴の吐出があるか否かを判定し、吐出がない場合には時刻 t_{12} において圧電素子 220 に電圧 V_0 を印加する。これにより、圧電素子 220 は伸長しノズル 210 を閉塞する（図 23 中の「閉」）。

以上説明したように、本実施形態によれば、ヘッド部の移動により発生する気流や、装置の構成素子の発熱などに起因するノズルおよびその吐出管における溶液の乾燥を抑制することができる。また、液滴の吐出が続く場合には、ノズルが開放され続けるから無駄な開閉動作を省くことができ、開閉動作が遅い圧電素子を用いる場合に好適である。

【0045】

なお、レーザー光による液滴のガイドを用いない構成としてもよい。このように構成された発明の要旨を示すと以下になる。

液滴を基板に向けて吐出する吐出ヘッドと、前記液滴の吐出される時期に前記吐出ヘッドの吐出口を開放する開閉手段を有し、前記液滴が連続して吐出される場合には、前記吐

出ヘッドの吐出口を開放し続けることを特徴とする液滴吐出装置。

【0046】

[第5実施形態]

次に、本発明の第5実施形態について説明する。第5実施形態におけるインクジェット装置800は、第1実施形態または第2実施形態におけるインクジェット装置に対して、ヘッド部に囲いを設けた点を特徴とする。なお、本実施形態においては、ノズルの乾燥を防ぐための圧電素子は備えていない。ここでは、本実施形態の第1および第2実施形態と異なる点について説明する。

図24は、ヘッド部700の斜視図である。ヘッド部700は、液滴を吐出するノズル210を計12個有している。このヘッド部700には、外気と隔てる気密性の高い囲い720が設けられている。この囲い720は、内部が中空状の囲いであり、ノズル210から吐出される液滴の飛翔軌道上（Z1方向）に、その液滴を通す孔730が計12個形成されている。

【0047】

図25は、ヘッド部700をYZ面で切断した断面図である。ただし、図25は、或る1つのノズル210に対応する部分のみを示している。ノズル210から吐出された液滴は、ヘッド部700における中空空間722と、孔730から基板132に付着するまでの飛翔空間810とを通過する。

次に、ヘッド部700の吐出駆動時における、インクジェット装置800の作用および効果について説明する。図26は、インクジェット装置800のノズル210から吐出された液滴dの飛翔中の瞬間を示した図である。ここで、ヘッド部700にはノズル210を覆った囲い720が設けられているため、ノズル210が、ヘッド部700の移動による気流の発生や、装置の構成素子自体の発熱などに起因して発生した気流などにさらされることがない。これにより、ヘッド部700のノズル210および吐出管212の乾燥を抑制できる。

【0048】

一方で、液滴dは、孔730を通過するまで、これらの気流の影響を受け難い中空空間722を飛翔する。これによって、液滴が気流で押し流され基板132上の所定の位置と異なる位置に付着することを防ぐことができる。さらに、この孔730は、液滴dを通過させるのに十分なだけの微小な孔である。このため、中空空間722は、飛翔した液滴dの溶媒の僅かな蒸発に起因して、飛翔空間810より圧力が高く保たれる。これによって、ノズル210および吐出管212の乾燥が抑制される。

以上説明したように、本実施形態によれば、ノズルおよび吐出管の乾燥を抑制することができる。また、液滴が気流で押し流され基板上の所定の位置と異なる位置に付着することを防ぐことができる。

【0049】

なお、図27(a)に示すように、ヘッド部700全体を囲い740の中に収納する構成としてもよい。また、図27(b)に示すように、囲い740よりもひとまわり大きい囲い741を囲い740の外側に設ける構成としてもよい。さらに、囲いを3重あるいはそれ以上に重ねた構成としてもよい。このようにすれば、ノズル210近傍の圧力が飛翔空間810よりも高く保たれるから、ノズル210および吐出管212の乾燥が抑制される。

ノズル210の詰まりを防ぐための補助的な手段としては、ノズル210内のインクに振動を与えることが挙げられる。振動の大きさは、振動に起因してインクが吐出しない程度の大きさであることが必要である。このようにすれば、インクが振動で攪拌されるから、溶媒が多少蒸発しても固化を防ぐことができる。あるいは、溶媒にはUV硬化樹脂を用いてもよい。UV硬化樹脂は紫外線を照射するとポリマーになる樹脂である。UV硬化樹脂は蒸発しにくく、また、蒸発したとしても固形分を含有していないので固化することがない。

【0050】

なお、レーザー光による液滴のガイドを用いない構成としてもよい。このように構成さ

れた発明の要旨を示すと以下ようになる。

液滴を基板に向けて吐出する吐出ヘッドと、前記吐出ヘッドを覆う囲いを有し、前記囲いには前記吐出ヘッドから吐出された液滴を通過させる孔が設けられていることを特徴とする液滴吐出装置。

【0051】

[第6実施形態]

次に、本発明の第6実施形態について説明する。第6実施形態は、第5実施形態におけるインクジェット装置に対して、第3実施形態に示したのと同様の構成により囲い720の孔730を閉塞する構成としたことを特徴とする。ここでは、本実施形態の第5実施形態と異なる点について説明する。

図28は、圧電素子1020を用いて囲い720の孔730を閉塞するように構成されているヘッド部1000を示す図である。また、本実施形態における吐出制御回路は、第3実施形態における吐出制御回路160による圧電素子220の開閉制御と同様に、電圧V1またはV0を圧電素子1020に出力する構成となっている。

【0052】

ヘッド部1000は、液滴を吐出するノズル210を計12個有している。また、ヘッド部1000には、孔730を有する囲い720が設けられている。ヘッド部1000は、このノズル210に対応して設けられた圧電素子220を計12個、孔730に対応して設けられた圧電素子1020を計12個有している。この圧電素子220、1020の各々は、電圧が印加されることでY1方向に収縮するように形状を変化させ、閉塞されていたノズル210および孔730を共に開放する。

【0053】

このヘッド部1000の圧電素子220、1020の各々は、吐出制御回路により伸縮制御される。このときの、吐出信号とノズル210および孔730の開閉状態の経時変化を図示すると図22のようになる。

以上説明したように、本実施形態によれば、第3および第5実施形態の効果を同時に得ることができるようになる。これによって、ノズルおよび吐出管の乾燥を抑制することができる。また、液滴が気流で押し流され基板上の所定の位置と異なる位置に付着することを防ぐことができる。

【0054】

なお、第5実施形態におけるヘッド部700の囲い720の他に、さらに1つまたは複数の囲いを設けてもよい。図29は、囲い720および囲い1120を設けたヘッド部1100を示す図である。新たに設けた囲い1120には、液滴が飛翔する軌跡上に孔1130を設けた構成とする。このようにすれば、囲い720の中空空間722における溶媒分圧をより高く維持しておくことができる。

また、ヘッド部1100の囲い720の孔730、囲い1120の孔1130の一方または両方に、圧電素子220を備え付けたものとしてもよい。

【0055】

なお、レーザー光による液滴のガイドを用いない構成としてもよい。このように構成された発明の要旨を示すと以下ようになる。

液滴を基板に向けて吐出する吐出ヘッドと、前記液滴の吐出される時期に前記吐出ヘッドの吐出口を開放する開閉手段と、前記吐出ヘッドを覆う囲いを有し、前記囲いには前記吐出ヘッドから吐出された液滴を通過させる孔が設けられていることを特徴とする液滴吐出装置。

【0056】

[第7実施形態]

次に、本発明の第7実施形態について説明する。第7実施形態は、第3実施形態におけるインクジェット装置に対して、ヘッド部200と基板保持台130とを気密性材料で密閉し、内部を減圧する構成としたことを特徴とする。ここでは、第3実施形態と異なる点について説明する。

図30に、本実施形態にかかるインクジェット装置1200の斜視図を示す。このインクジェット装置1200には透明で気密性の高い密閉器1210が設けられており、密閉器1210によってヘッド部200と基板保持台130とが覆われている。密閉器1210には、密閉器1210内を器外（例えば1気圧）に対して低圧状態または真空状態にするための気圧制御装置1220が設けられている。気圧制御装置1220は、減圧処理ボタン1222がユーザにより押下されると、内部に設けられた弁を開き、この密閉器1210内の空気や水分などを排出する。そして、気圧制御装置1220は、この空気や水分などを排出しながら、密閉器1210内が予め設定した真空度に達したことを検出すると、弁を閉じる。

【0057】

真空度は、密閉器1210内の気体の平均自由行程がプラテンギャップと同等かそれ以上となる真空度とする。ただし、ヘッドに囲い等がある場合、囲いから基板までの最短距離をプラテンギャップとする。例えば、プラテンギャップ10cm、温度20°C、圧力1mPaの場合、液滴が空気抵抗を受けずに飛行することができるので着弾が正確になる。なお、本実施例の液滴の体積は100フェムトリットル程度を想定しており、大気中では数十ミクロンしか直進できない。

【0058】

次に、インクジェット装置1200の作用および効果について説明する。図31は、インクジェット装置1200のノズル210から吐出された液滴dの飛行中の瞬間を示した図である。ここで、仮に、密閉器1210が設けられていない従来のインクジェット装置であれば、ヘッド部のX方向の移動に起因して例えばA方向に向かう気流が発生する。また同時に、インクジェット装置の作動時における各構成素子自体の発熱や駆動軸の摩擦熱などにより例えばB方向に向かう上昇気流が発生する。これらの気流の影響を受け、微小な液滴dは、基板132に対して垂直に落下するのではなく、例えばCで示すような軌跡を辿り基板132に付着することがあった。

これに対して、本発明のインクジェット装置1200では、液滴dの飛行空間が低圧状態に保たれているため、気流の発生を抑制することができる。このため、このインクジェット装置1200は、気流により流されてしまうことを抑えつつ微小な液滴dを落下させ、基板132の所定の位置に付着させることができる。

【0059】

しかしながら、ノズル210が低圧状態の飛行空間1300中にさらされていることで、ノズル210および吐出管212に付着した溶液の溶媒が蒸発し、溶質の塊がそのノズル210および吐出管を狭めるという現象が生じ易くなる。このような現象の発生に伴って、液滴において所望の体積が得られなかったり、液滴の飛行方向が変わってしまうといった問題も生じていた。

インクジェット装置1200では、ヘッド部200のノズル210が、図22におけるノズル210の開閉動作に示したように、液滴dの吐出後に収縮した圧電素子220の伸長により閉塞される。このため、ノズル210が低圧状態の飛行空間1300中にさらされる時間を、液滴の吐出の前後だけに短縮することができ、ノズル210および吐出管212に付着した溶液の溶媒が蒸発し、溶質の塊がそのノズル210および吐出管を狭めるという現象の発生を抑制することができるようになる。

以上説明したように、本実施形態によれば、飛行空間における気流の発生を抑制することができる。これによって、液滴を基板上の所定の位置に着弾させることができる。また、吐出口を開閉させることにより、ノズルおよび吐出管の乾燥を防ぐことができる。

【0060】

なお、密閉器1210で飛行空間を低圧に保つようにすることで、以下のような効果も得ることができる。

液滴の吐出時においては、一般に、液滴が微小になるほど、表面張力による影響が高くなると共に、圧電素子の振動に対する液滴生成反応が鈍くなり、液滴が吐出されにくくなる。

一方で、溶液の粘度を高くすると、圧電素子の振動に対する液滴生成反応が鈍くなり、微小な液滴の生成が困難になる。これとは逆に、溶液の粘度を低くすると、確かに圧電素子の振動に対する液滴生成反応が良くなるが、基板 132 に付着した瞬間に跳ね易くなり、液滴が飛び散るなどの問題が発生する。

【0061】

これらの問題は、本発明のインクジェット装置 1200 を用いることで解消することができる。本発明のインクジェット装置 1200 では、液滴 d の飛翔空間（つまり密閉器 1210 内）を低圧状態に保っているため、液滴 d の水分などの溶媒の一部がその飛翔中に蒸発され易い状態となっている。このため、液滴生成反応を良くするために液体室 260 中に予め粘度の低い溶液を充填しておいたとしても、液滴 d の飛翔中にその溶媒の一部が蒸発されるように作用する。そして、液滴 d は、基板 132 に付着する時には、吐出時より高い粘度になっているため、液滴の飛び散りを抑制することができるようになる。

このとき、密閉器 1210 内を真空状態に近づけるほど、気流の影響をより抑制できると共に、液滴の飛翔中におけるその溶媒の蒸発現象を積極的に利用することができるようになる。

【0062】

なお、レーザー光による液滴のガイドを用いない構成としてもよい。このように構成された発明の要旨を示すと以下になる。

液滴を基板に向けて吐出する吐出ヘッドと、前記吐出ヘッドおよび前記基板を密閉する密閉器と、前記密閉器内を減圧する減圧手段と、前記液滴の吐出される時期に前記吐出ヘッドの吐出口を開放する開閉手段とを有することを特徴とする液滴吐出装置。

【0063】

[第8実施形態]

次に、本発明の第8実施形態について説明する。第8実施形態は、第7実施形態におけるインクジェット装置に対して、ヘッド部に囲いを設けた点を特徴とする。

図32は、本実施形態に係るインクジェット装置 1400 の構成を示す図である。インクジェット装置 1400 は、第7実施形態におけるヘッド部 200 に代えて、第5実施形態におけるヘッド部 700 を備えた装置である。図中には、インクジェット装置 1400 のノズル 210 から吐出された液滴 d の飛翔中の瞬間を示す。

本実施形態におけるインクジェット装置 1400 によれば、中空空間 722 は、飛翔した液滴 d の溶媒の僅かな蒸発に起因して、飛翔空間 1410 より圧力が高くなる。これによって、ノズル 210 とこれに接する空間との圧力差が少なくなるから、ヘッド部 700 のノズル 210 および吐出管 212 の乾燥が抑制される。

【0064】

[第7、8実施形態に関連する他の形態]

第7、8実施形態においては、インクジェット装置 1200 またはインクジェット装置 1400 に対して、第6実施形態におけるヘッド部のいずれかを用いることで、さらに、ヘッド部のノズル 210 および吐出管 212 の乾燥を抑制することができる。

【0065】

なお、レーザー光による液滴のガイドを用いない構成としてもよい。このように構成された発明の要旨を示すと以下になる。

液滴を基板に向けて吐出する吐出ヘッドと、前記吐出ヘッドおよび前記基板を密閉する密閉器と、前記密閉器内を減圧する減圧手段と、前記吐出ヘッドを覆う囲いを有し、前記囲いには前記吐出ヘッドから吐出された液滴を通過させる孔が設けられていることを特徴とする液滴吐出装置。

【0066】

[本発明が適用される様々な形態]

上述の第1～8実施形態で説明したインクジェット装置は一例であり、本発明は以下のように変形することも可能である。

上述の実施形態のヘッド部は、ノズル 210 を閉塞する蓋として機能するものとして圧

電素子 220 を用いて説明したが、これは一例であり、例えば、静電気による変形や磁界を利用した変形によって、ノズル 210 を開放または閉塞ことができるものを用いてもよい。

また、上述の実施形態のヘッド部は、ノズル 210 を閉塞するように機能する圧電素子 220 を用いて説明したが、ノズル 210 の吐出口の一部を覆うようにするだけでもよい。この場合、上述の第 3～5, 8 実施形態のヘッド部では、吐出制御回路 160 により、電圧 V1 または V0 のいずれかを圧電素子 220 に供給していたが、例えば、電圧 V0～V1 の間の電圧を圧電素子 220 に供給して、ノズル 210 の一部を閉塞するようにしてもよい。

【0067】

また、上述のヘッド部は、例えば図 22 で説明したように、電圧 V0 が印加された状態でノズル 210 を閉塞していた。これに対して、逆に、電圧 V0 が印加された状態でノズル 210 を開放させておき、電圧 V1 を印加することでノズル 210 を閉塞するようにしてもよい。

また、上述のヘッド部は、1つの圧電素子 220 で1つのノズル 210 の開放または閉塞を制御していたが、例えば、図 33 に示すように、1つの圧電素子 1510 で2つのノズル 210 の開放または閉塞を制御してもよい。この場合、吐出駆動回路により、2つのノズル 210 から液滴が共に吐出されないときに限り圧電素子 1510 によりノズル 210 を閉塞し、2つのノズル 210 のいずれか一方が液滴を吐出するときは圧電素子に電圧 V1 を供給してノズル 210 を開放する。

【0068】

また、第 5 実施形態におけるヘッド部 700 は、計 12 個のノズル 210 を一括して覆う囲い 920 を備えていたが、例えば、図 34 に示すように、1つのノズル 210 を中空状の囲い 1610 で覆うようにしてもよい。このとき、囲い 1610 には、ノズル 210 から吐出された液滴を通過させる孔 1620 が設けられている。

また、第 3～8 実施形態におけるインクジェット装置では、ヘッド部を X 方向に走査移動させ、かつ基板保持台 130 を Y 方向に走査移動させて、基板 132 の所定の位置に液滴を付着させていたが、例えば、ヘッド部を固定し、基板保持台 130 を適宜走査移動させながら液滴の付着を行う機構のインクジェット装置、あるいは、これとは逆に、基板保持台 130 を固定し、ヘッド部を適宜走査移動させながら液滴の付着を行う機構のインクジェット装置であってもよい。

【0069】

また、第 5 および第 6 実施形態のインクジェット装置は、基板 132 に対して溶液の塗布を行うに当たり、ユーザの操作により気圧制御装置 1220 で密閉器 1210 内を適宜所定気圧にまで減圧していたが、例えば、この減圧処理を自動化してもよい。この場合、このインクジェット装置の気圧制御装置 1220 は、塗布対象の基板 132 に対する溶液の塗布処理中かつ所定期間（例えば 30 秒）毎に、密閉器 1210 内が予め設定された所定気圧を維持しているか否かを検出する。このインクジェット装置の気圧制御装置 1220 は、密閉器 1210 内において所定気圧が維持されていないことを検出したならば、弁を開いて、所定気圧になるように密閉器 1210 内の減圧処理を行う。そして、気圧制御装置 1220 は、所定気圧になったことを検出すると、弁と閉じる。ここで、この気圧制御装置 1220 による密閉器 1210 内の気圧検出タイミングは、所定期間毎でなく、予め定めた所定時間（例えば 30, 70, 200 秒…など）毎に行ってもよい。なお、気圧制御装置 1220 による減圧処理時には、吸気による気流の発生を考慮して、ヘッド部からの溶液吐出を停止することが望ましい。

【0070】

また、この減圧処理の自動化に関連して、インクジェット装置から吐出された推定溶液総量により、自動気圧制御を行ってもよい。この場合、駆動制御回路 140 から吐出駆動データを得るための接続線を気圧制御装置 1220 に接続する。この吐出駆動データにより、液滴の大きさを推定することができる。そして、この気圧制御装置 1220 により得

られた吐出駆動データを積算する。気圧制御装置 1220 は、所定の溶液吐出総量が検出された時点で、所定気圧になるように密閉器内の減圧処理を行う。このようにすれば、液滴の大きさに基づいて、液滴の吐出や液滴の飛翔などに伴って蒸発した水分などの溶媒量を推定でき、密閉器 1210 内の溶媒除去の判断にも役立つようになる。

また、上述のインクジェット装置は、ヘッド部から吐出された液滴の飛翔空間を密閉状態にするために、ヘッド部と（基板や用紙などの）媒体の保持部とを気密性部材で覆った構成として説明したが、他に、従来のインクジェット装置を、低圧または真空雰囲気で保たれた室内または場所で使用方法でも上述と同様の効果を奏することができる。

【0071】

本発明のインクジェット装置は、導電膜パターン形成の際におけるリソグラフィ工程のレジストを塗布する装置、マイクロレンズアレイの製造工程において複数の凸部を有する原盤に光透過性材料を塗布する装置、あるいは、容器に注入された DNA (deoxyribonucleic acid) などの生体物質の種類または量を測定するための装置としても用いることができる。

また、有機 EL 素子における正孔輸送性発光層または電子輸送層などの層を形成する装置、あるいは無機 EL 素子における蛍光発光層の層形成装置としても用いることもできる。また、FED (Field Emission Display)、PDP (Plasma Display Panel) などの配線形成装置としても用いることができる。一例として、本発明のインクジェット装置により形成された EL 素子を有する電気光学装置と、この電気光学装置を表示部として適用した電子機器について説明する。

【0072】

図 35 は、例えば、上述のインクジェット装置 100 により形成された EL 素子を有するトップエミッション構造の EL 表示装置 1700 を示している。この EL 表示装置 1700 の製造工程において、隔壁層 1710 に囲まれた領域で、O₂プラズマ処理により、緩衝層 1702 を介したガラス基板 1704 上における陽電極層 1712 の表面塗れ性を向上させる表面処理を行った後に、さらにフッ素性ガス下におけるプラズマ処理にて、隔壁層 1710 の表面を撥水化処理が行われる。この後、インクジェット装置 100 を用いて、芳香族アミン誘導体などの正孔輸送材料を吐出し正孔輸送層 1722 が形成され、p-フェニレンビニレン (PPV) などの高分子発光材料を吐出し発光層 1724 が形成される。次に、真空蒸着により、Ca、Mg などの材料で電子注入性陰電極層 1726 が形成され、スパッタリングにより、反射性を有するアルミニウムなどで陰電極層 1728 が形成される。

【0073】

なお、ここでは一例としてインクジェット装置 100 により形成された EL 表示装置 1700 を示したが、この他、本発明のインクジェット装置により形成されたカラーフィルタを有する液晶表示装置などを用いることもできる。

図 36 は、EL 表示装置 1700 を搭載した携帯電話機 1800 の外観図を示している。この図において、携帯電話機 1800 は、複数の操作ボタ 1810 の他、受話口 1820、送話口 1830 とともに、電話番号などの各種情報を表示する表示部として、EL 表示装置 1700 を備えている。

また、携帯電話機 1800 以外にも、本発明のインクジェット装置を用いて製造された EL 表示装置 1700 は、コンピュータや、プロジェクタ、デジタルカメラ、ムービーカメラ、PDA (Personal Digital Assistants)、車載機器、複写機、オーディオ機器などの各種電子機器の表示部として用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図 1】 インクジェット装置 10 の斜視図である。

【図 2】 インクジェット装置 10 の構成を示す図である。

【図 3】 インクジェット装置 10 の吐出ヘッド 25 の断面図である。

【図 4】 インクジェット装置 10 のレーザー装置 21 の構成図である。

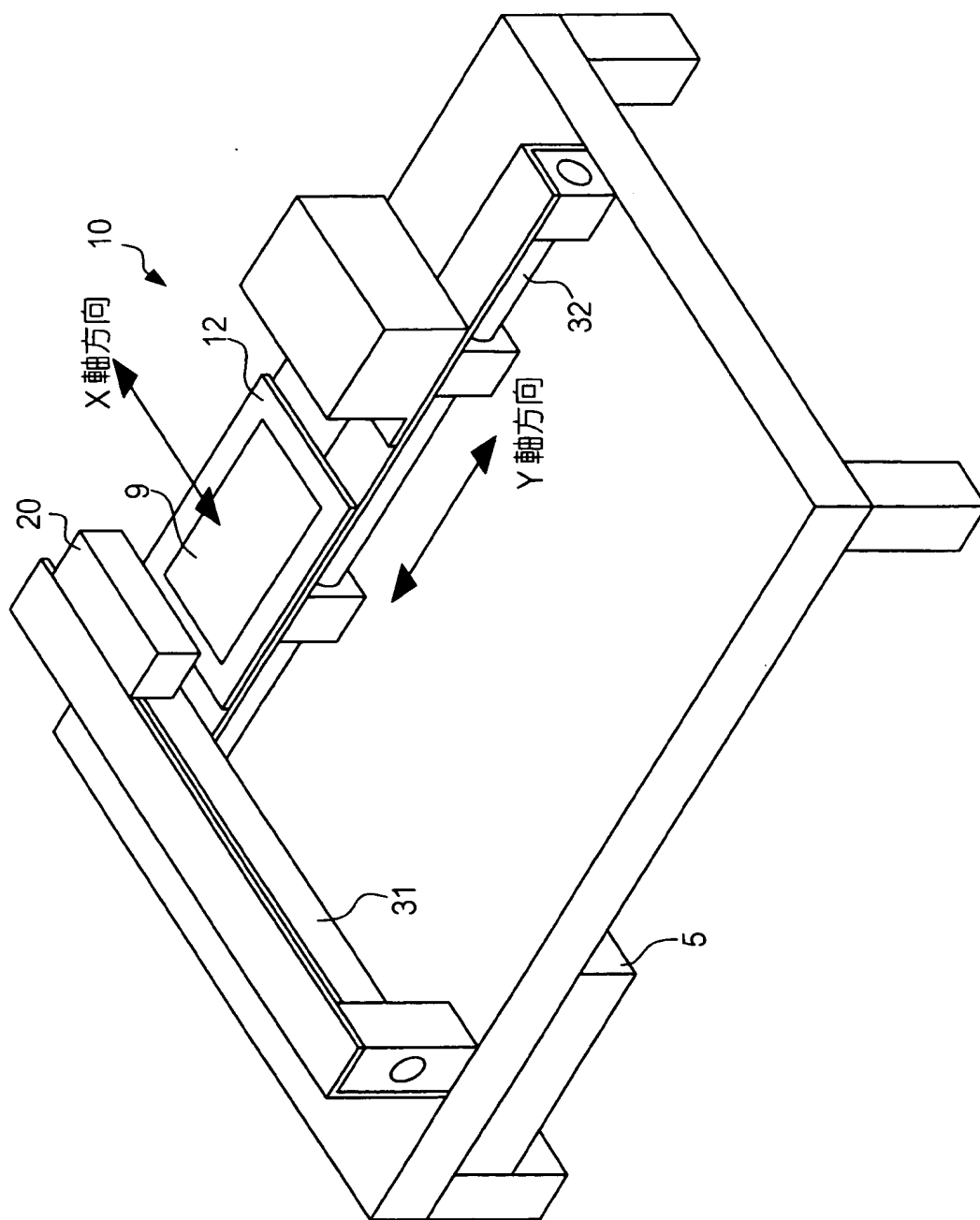
- 【図5】 インクジェット装置10のヘッド部20の底面図である。
- 【図6】 インクジェット装置10の動作原理を説明するための図である。
- 【図7】 インクジェット装置10の動作原理を説明するための図である。
- 【図8】 インクジェット装置10の動作原理を説明するための図である。
- 【図9】 制御部5の制御内容を示すタイミングチャート図である。
- 【図10】 第1実施形態の変形例を説明するための図である。
- 【図11】 第1実施形態の変形例を説明するための図である。
- 【図12】 第1実施形態の変形例を説明するための図である。
- 【図13】 ヘッド部40を示す図である。
- 【図14】 回折素子の例を示す図である。
- 【図15】 ヘッド部50を示す図である。
- 【図16】 ヘッド部60を示す図である。
- 【図17】 平面状の光束の組み合わせを用いた例を示す図である。
- 【図18】 インクジェット装置100の斜視図である。
- 【図19】 ヘッド部200の斜視図である。
- 【図20】 ヘッド部200を鉛直面で切断した断面図である。
- 【図21】 圧電素子220の動作を示した図である。
- 【図22】 ノズル210の開閉状態を示したタイミングチャートである。
- 【図23】 ノズル210の開閉状態を示したタイミングチャートである。
- 【図24】 ヘッド部700の斜視図である。
- 【図25】 ヘッド部700をYZ面で切断した断面図を示す。
- 【図26】 インクジェット装置800から吐出された液滴dの飛翔中の図である。
- 【図27】 囲い740、741を設けた例を示す図である。
- 【図28】 ヘッド部1000を示す図である。
- 【図29】 ヘッド部1100を示す図である。
- 【図30】 インクジェット装置1200の斜視図である。
- 【図31】 インクジェット装置1200の構成を示す図である。
- 【図32】 インクジェット装置1400の構成を示す図である。
- 【図33】 圧電素子1510を示す図である。
- 【図34】 囲い1610を示す図である。
- 【図35】 EL表示装置1700を示す図である。
- 【図36】 携帯電話機1800を示す図である。

【符号の説明】

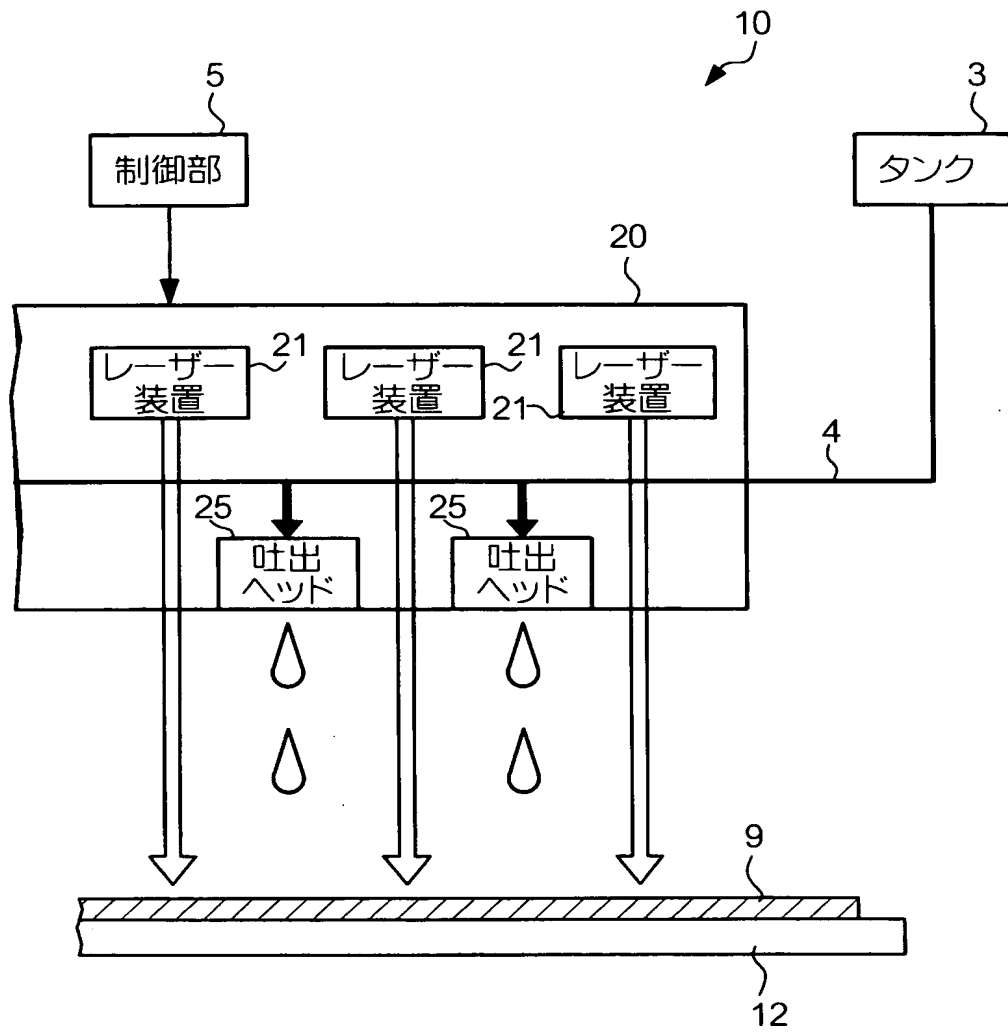
【0075】

10…インクジェット装置（液滴吐出装置）、20…ヘッド部、21…レーザー装置、21A…レーザー駆動回路、21B…レーザー、21C…モニタダイオード、21E…レンズ、25…吐出ヘッド、25A…液体室、25B…圧電体素子、25E…ノズル、3…タンク、4…配管、5…制御部、9…基板、12…ステージ、100、800、1200、1400…インクジェット装置（液滴吐出装置）、112、122…スライダ、130…ステージ、132…基板、140…駆動制御回路、160…吐出制御回路、200、700、1000、1100、1500、1600…ヘッド部、210…ノズル、212…吐出管、220、230、1020、1510…圧電素子、240…振動板、250…仕切部、260…液体室、270…吐出管保持部、722、1122…中空空間、730、1130、1620…孔、810、1300、1410…飛翔空間、1210…密閉器、1220…気圧制御装置、1222…ボタン。

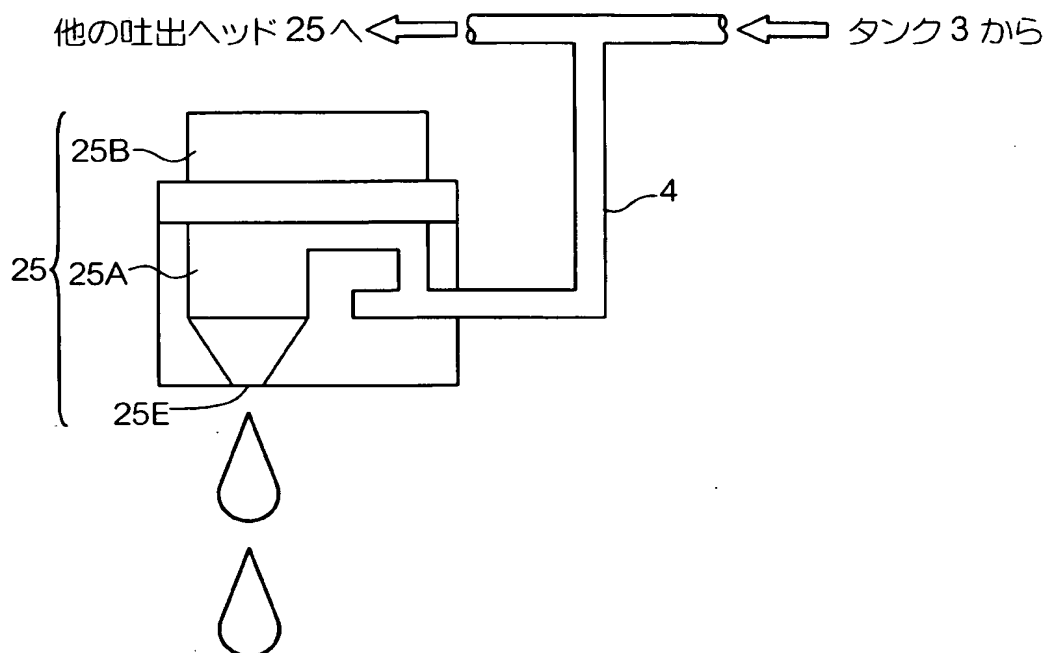
【書類名】 図面
【図 1】



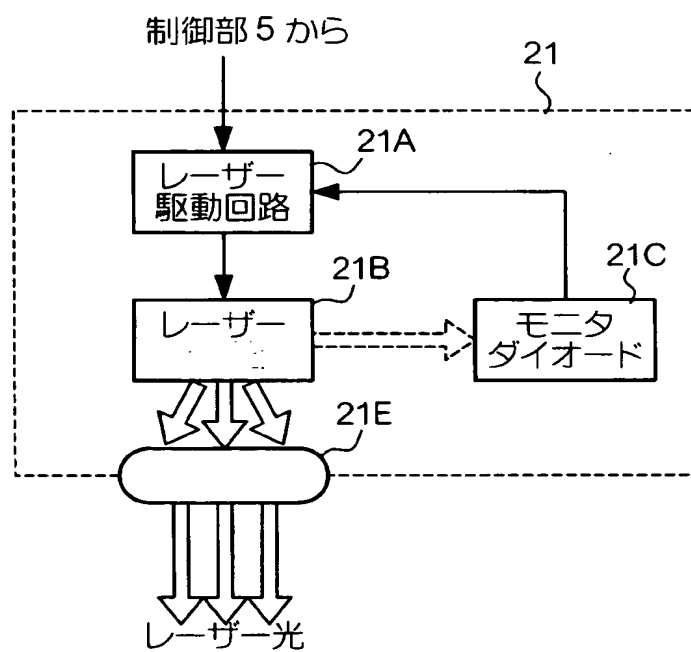
【図 2】



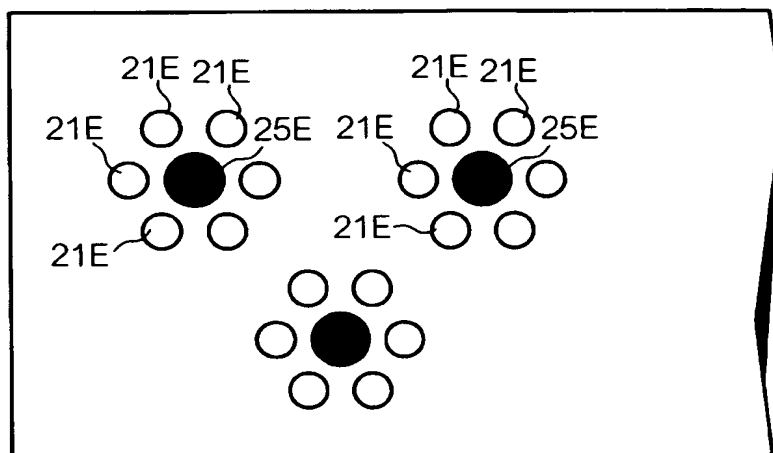
【図 3】



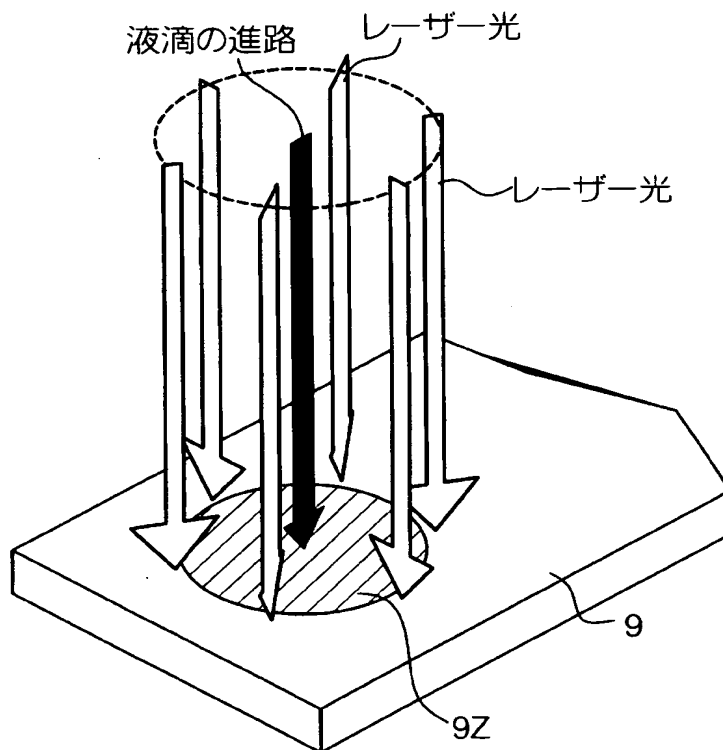
【図 4】



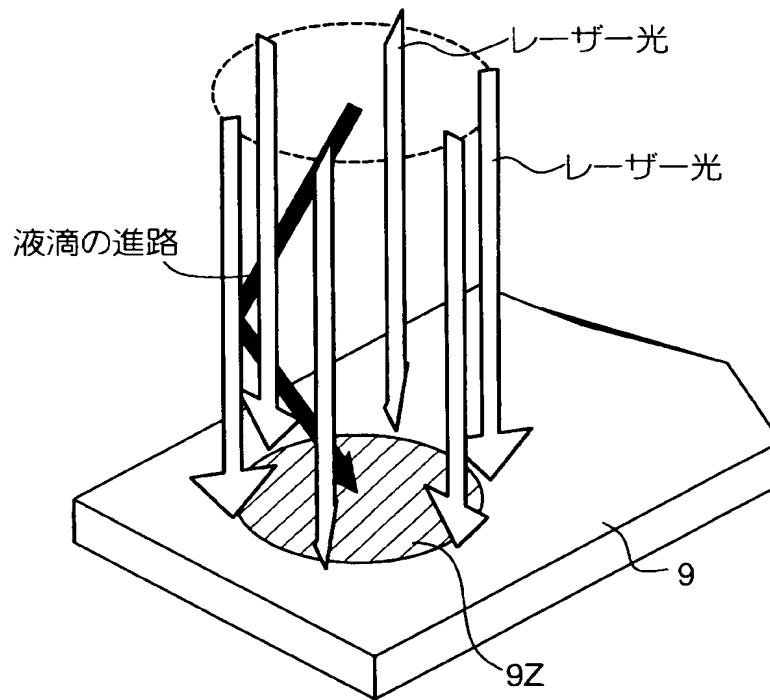
【図 5】



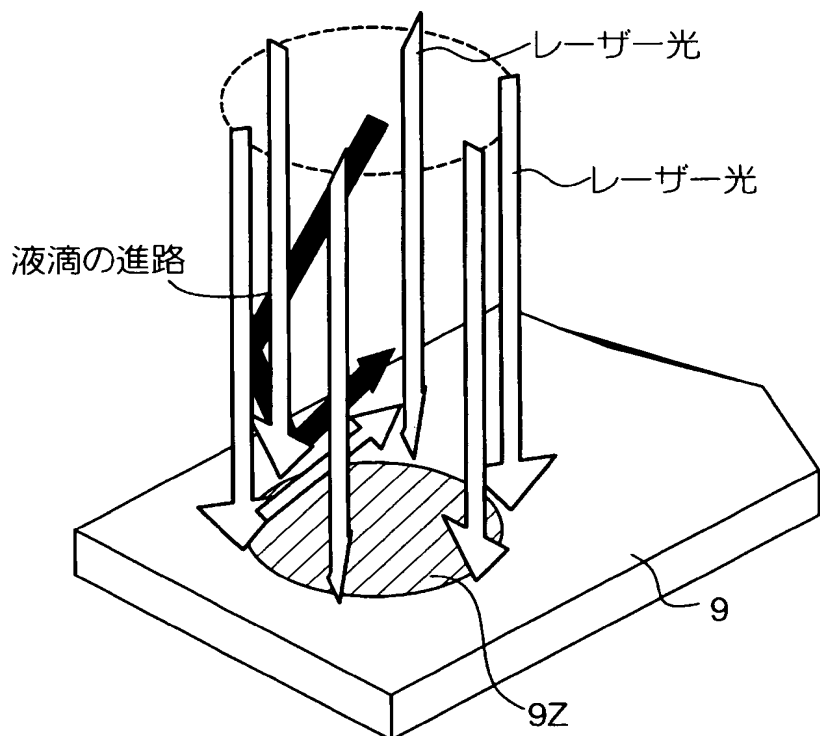
【図 6】



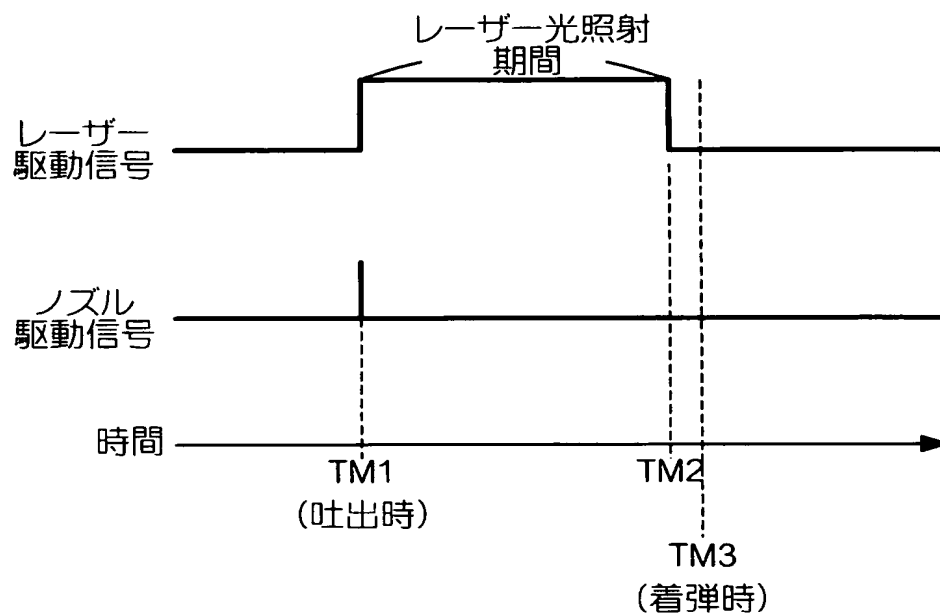
【図 7】



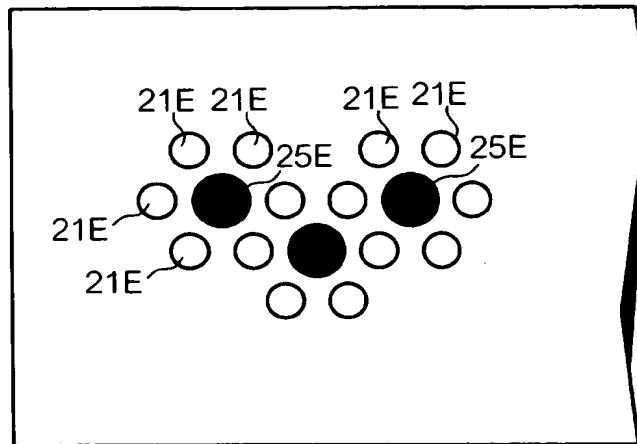
【図 8】



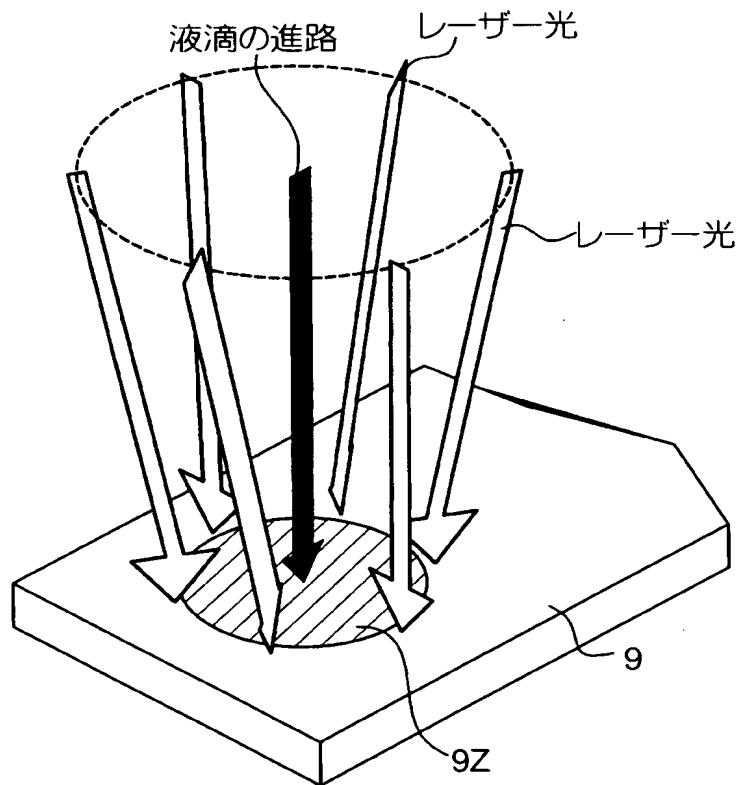
【図 9】



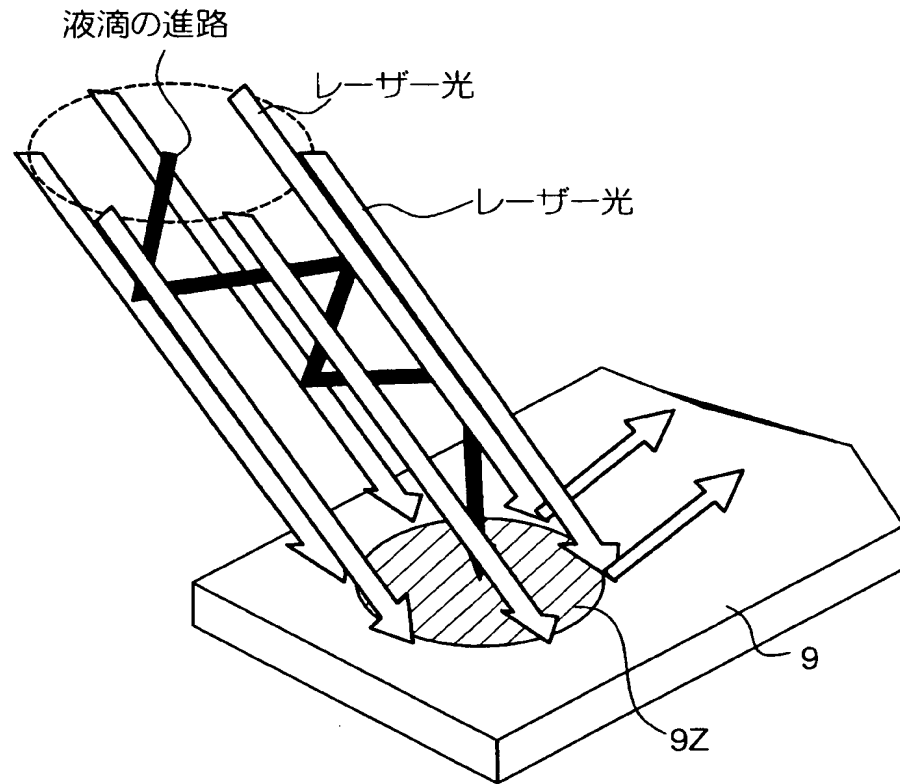
【図 10】



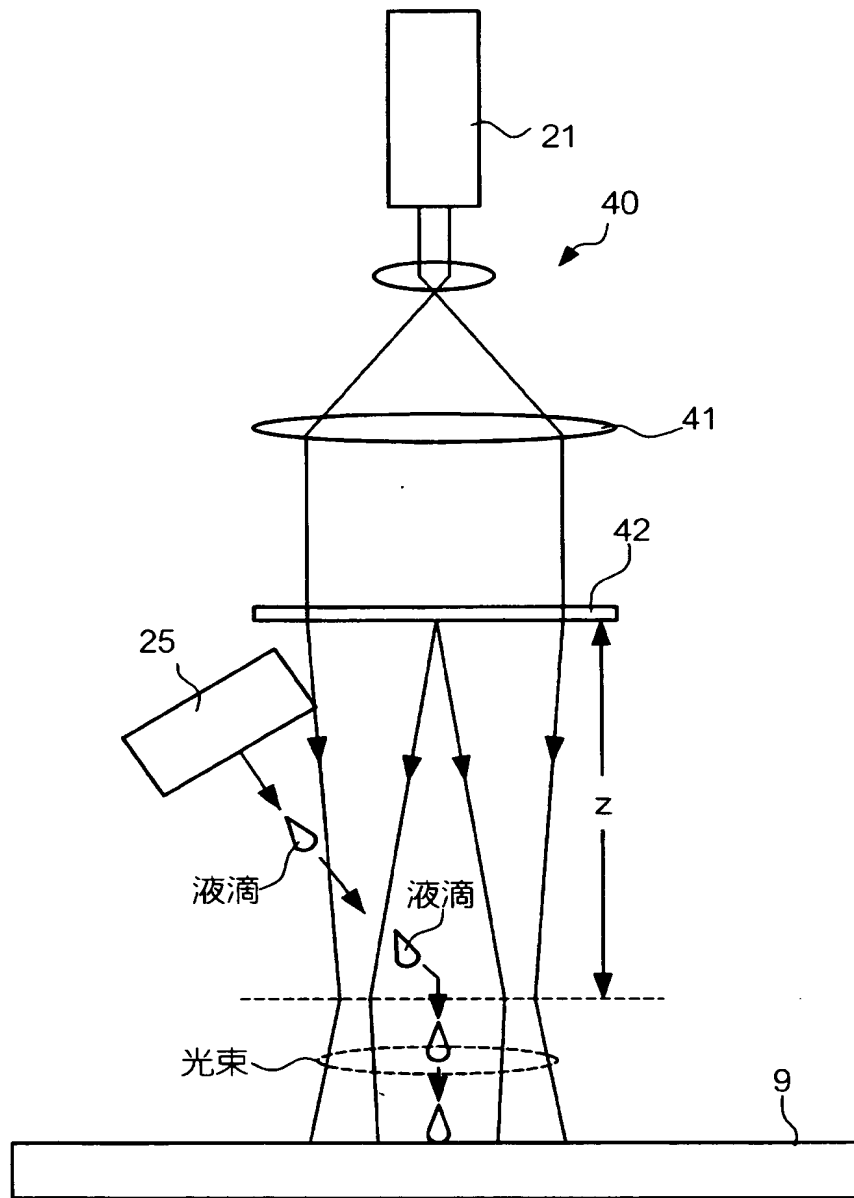
【図 11】



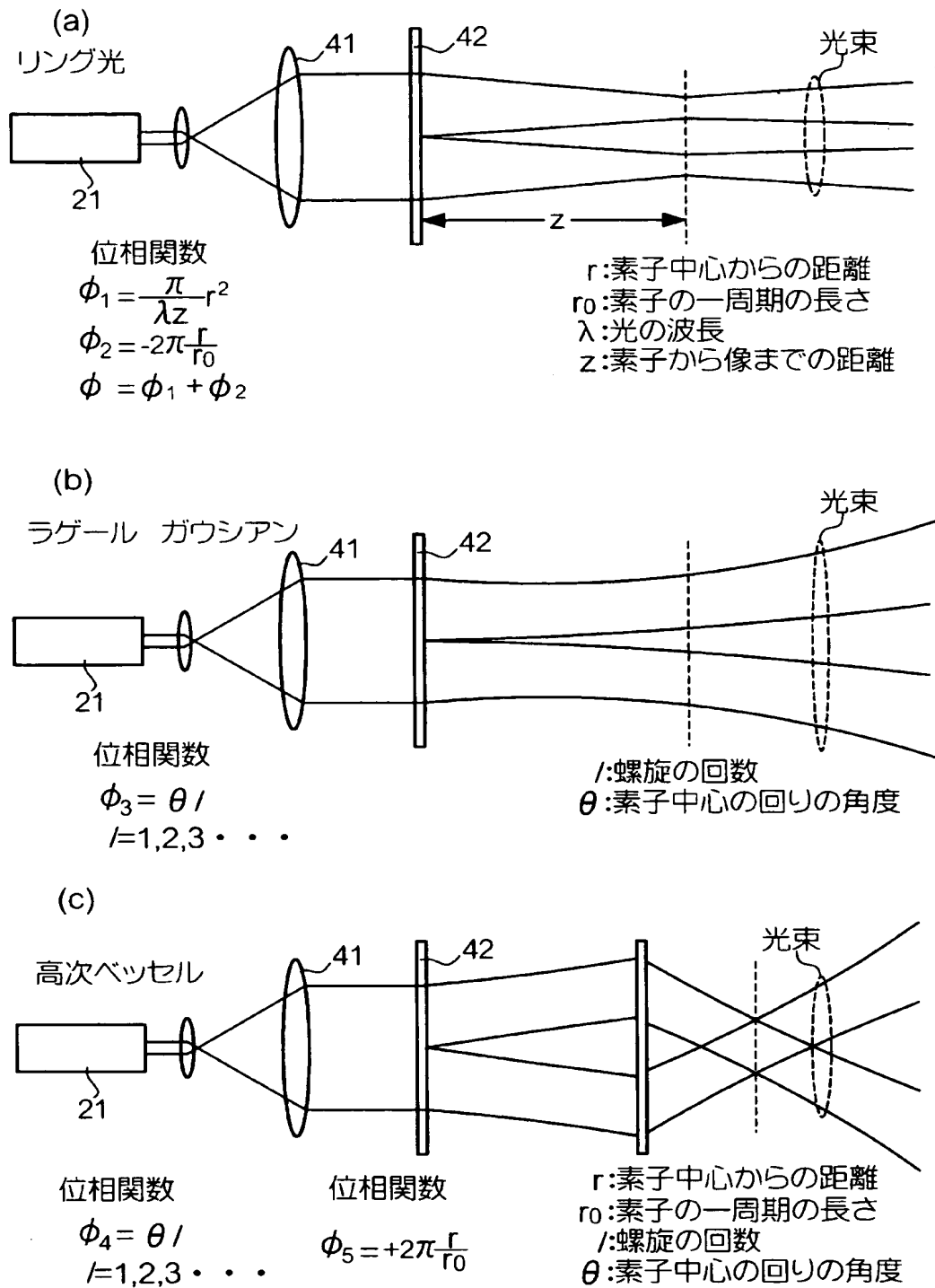
【図 12】



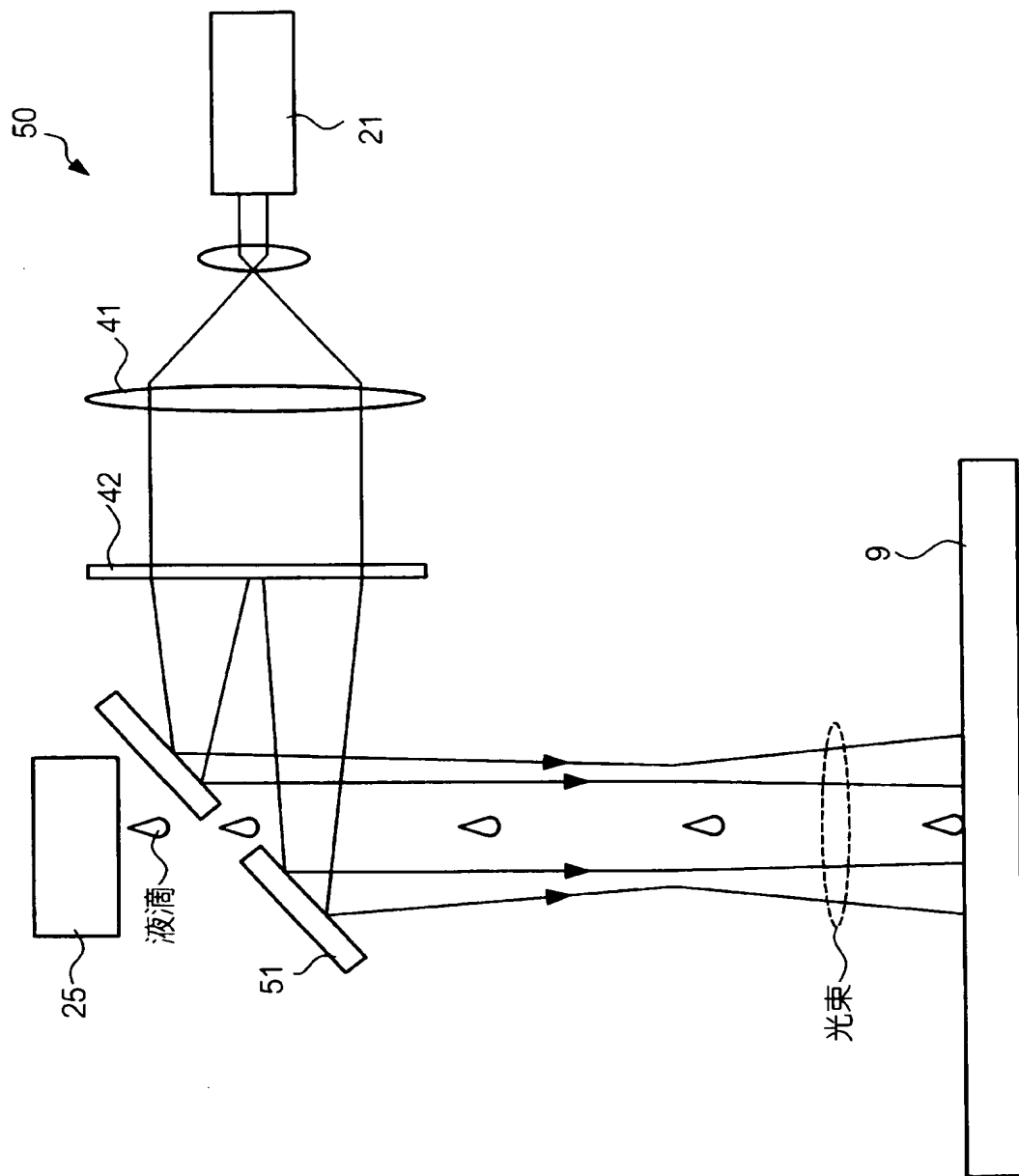
【図 13】



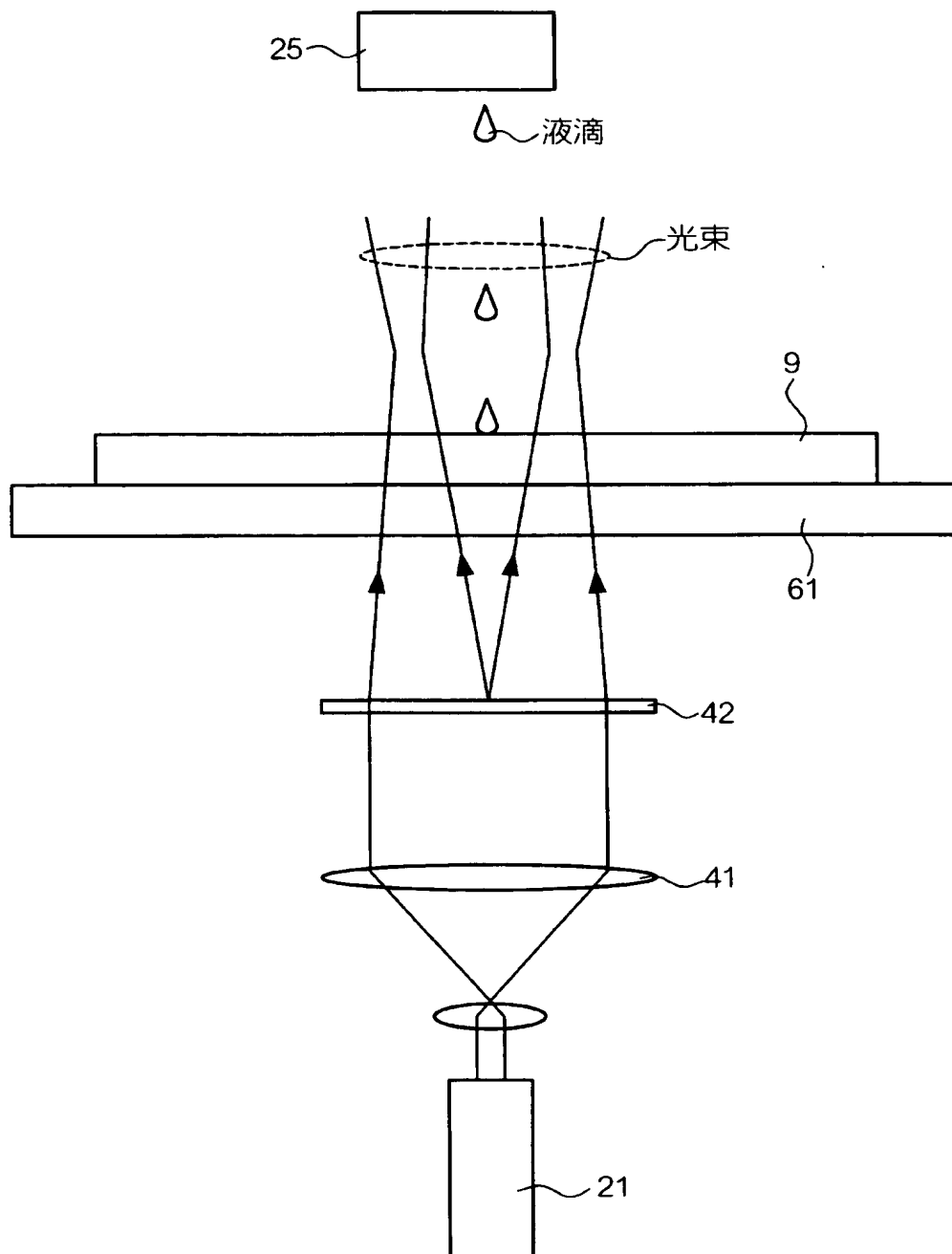
【図 14】



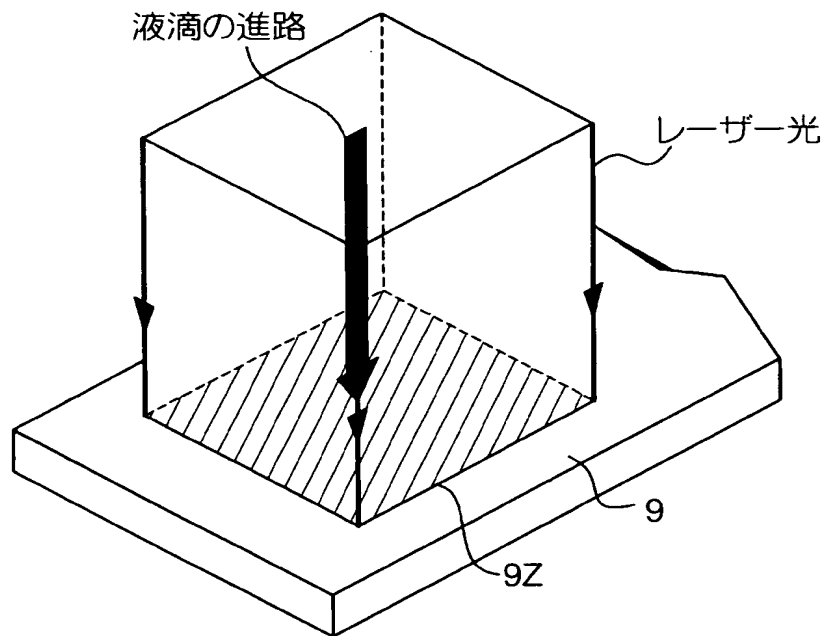
【図 15】



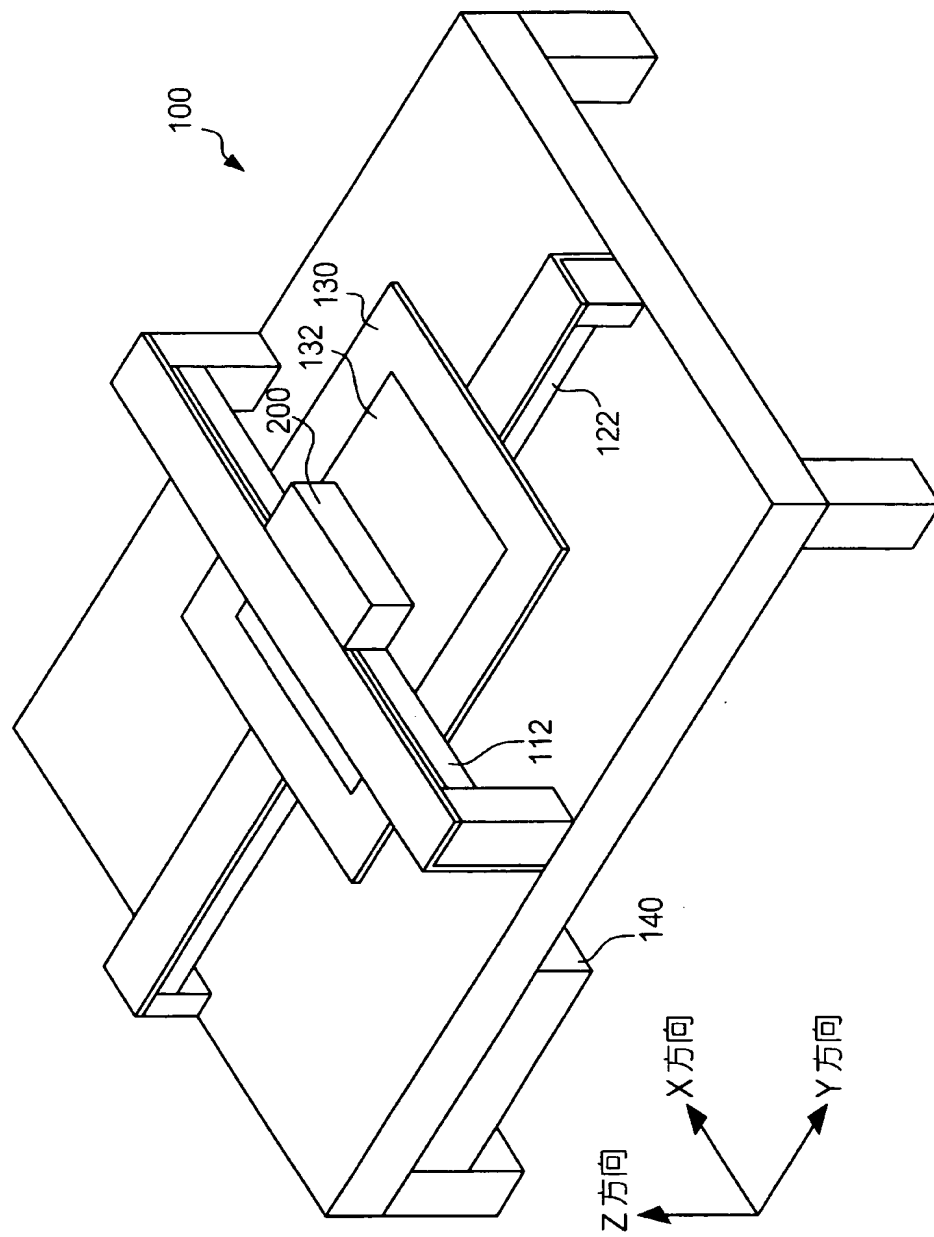
【図 16】



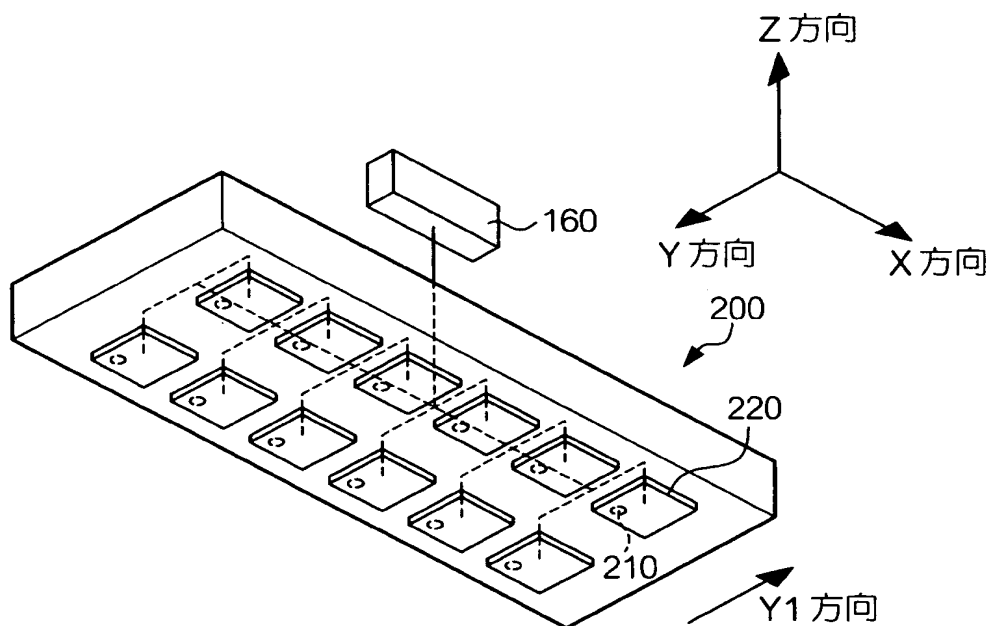
【図 17】



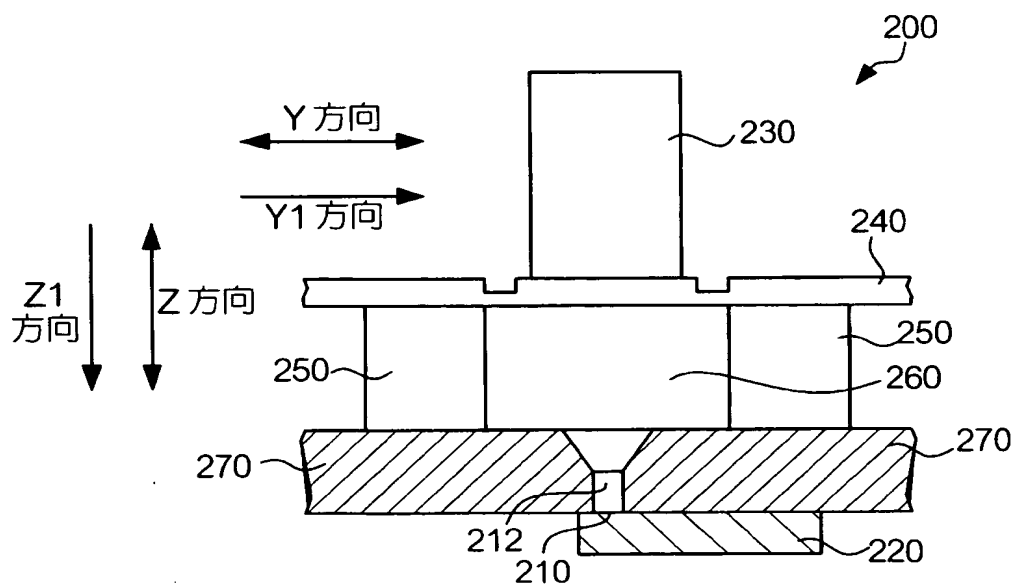
【図 18】



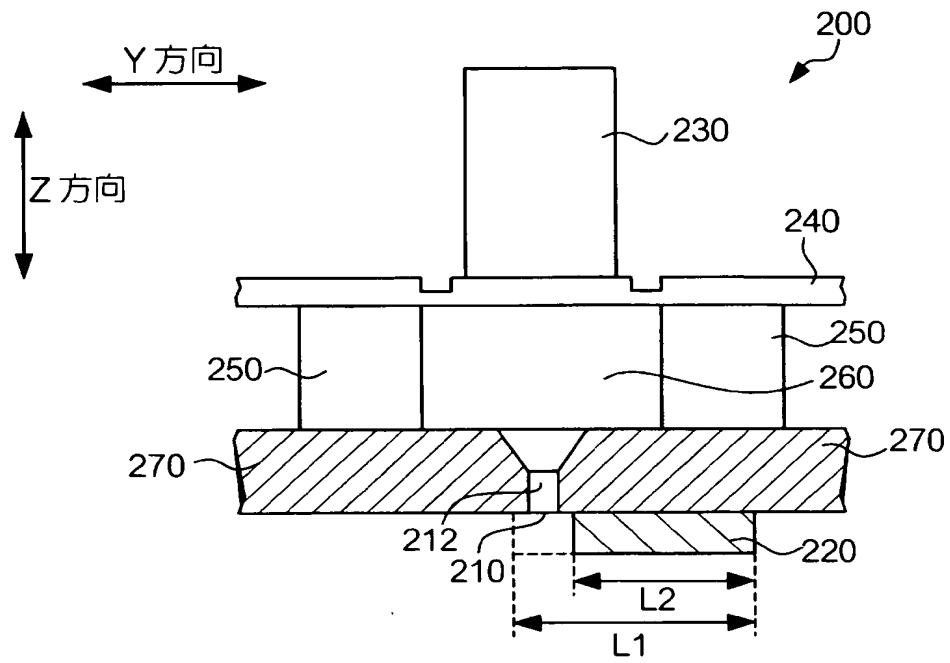
【図 19】



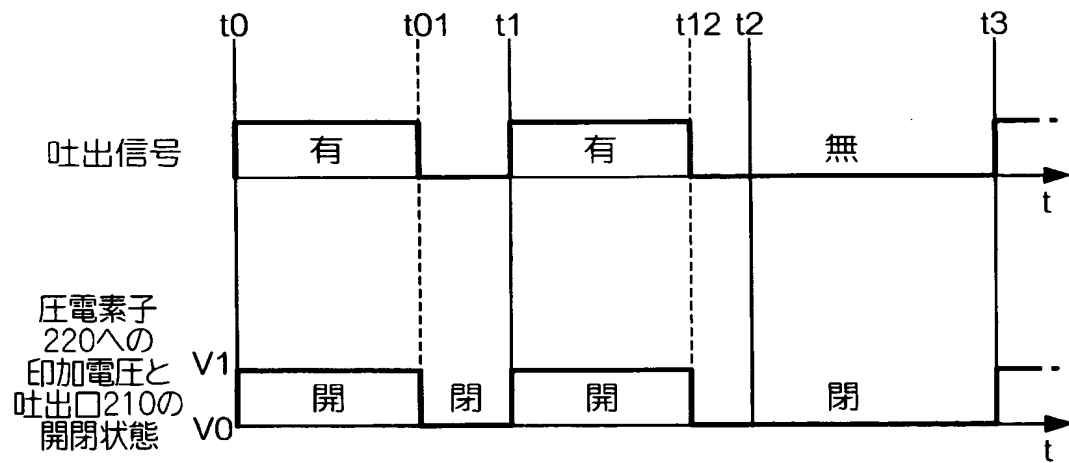
【図 20】



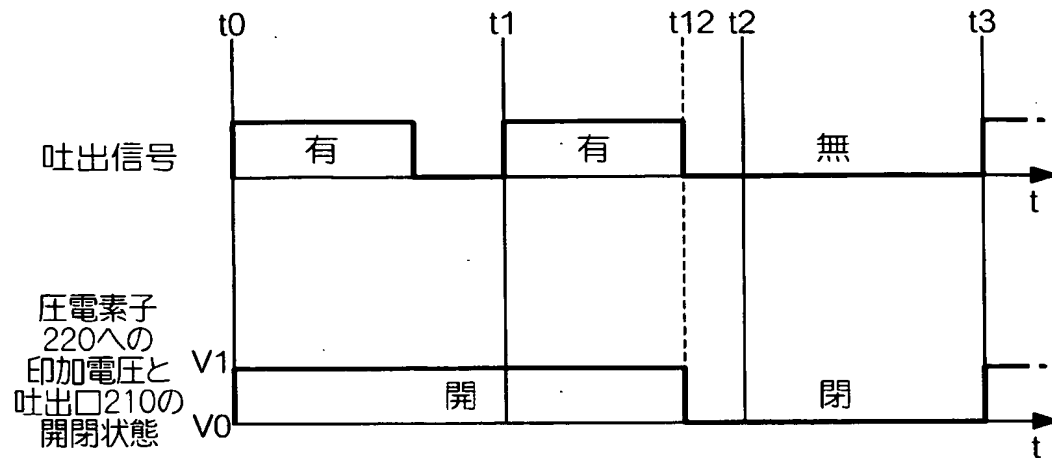
【図 2 1】



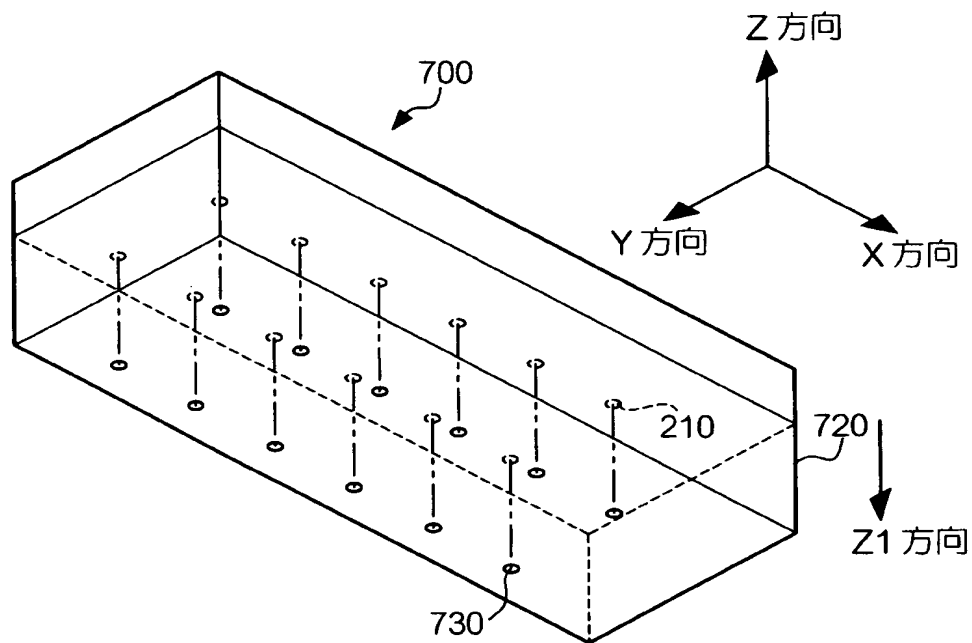
【図 2 2】



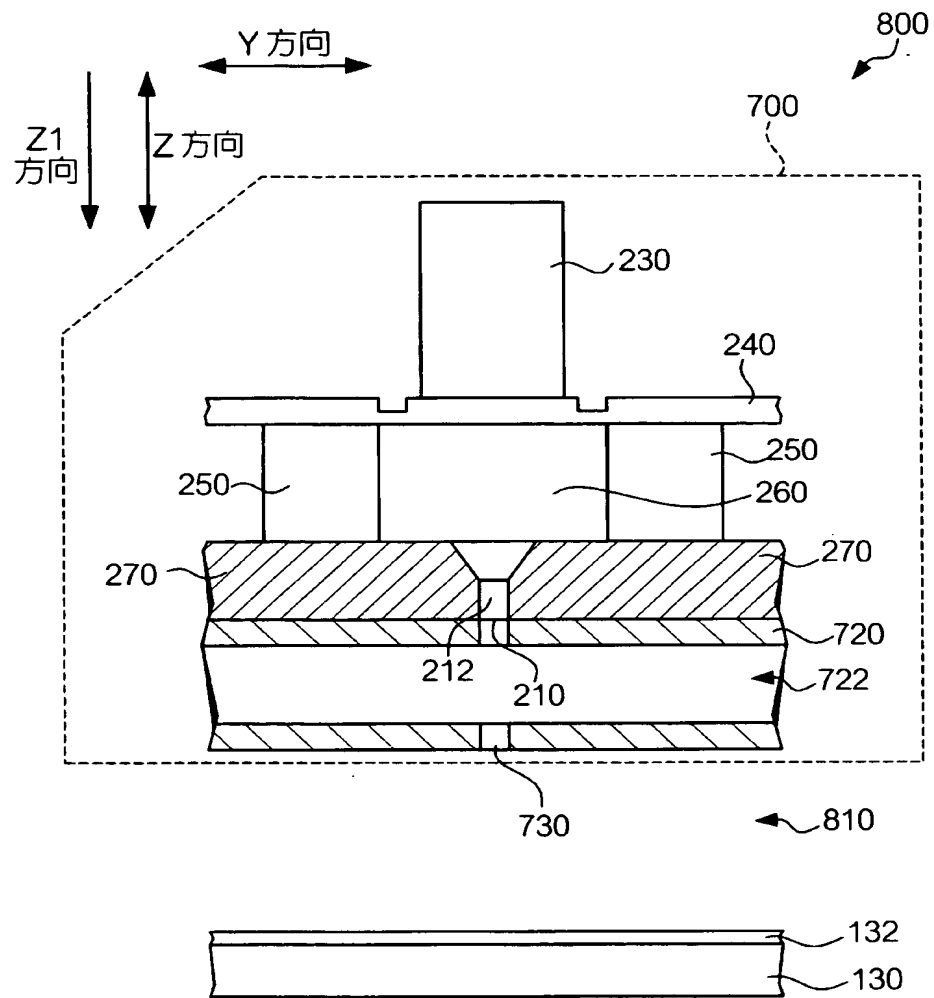
【図 2 3】



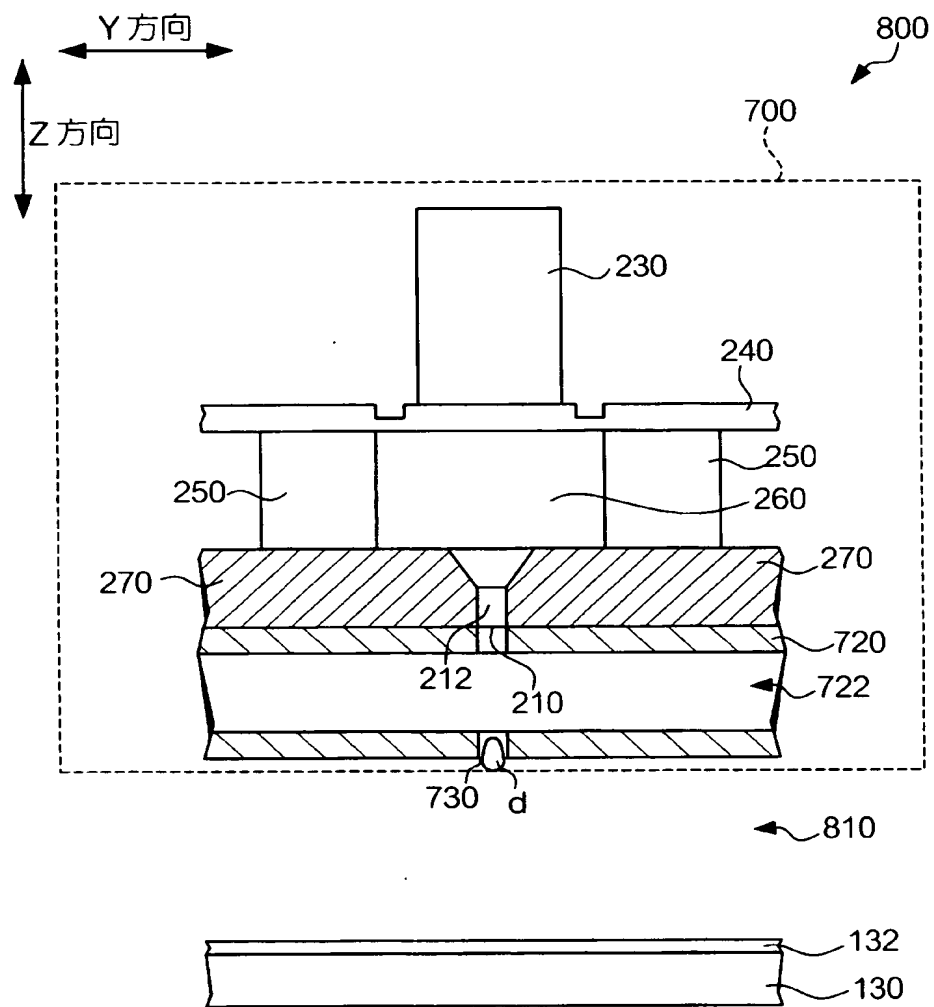
【図 2 4】



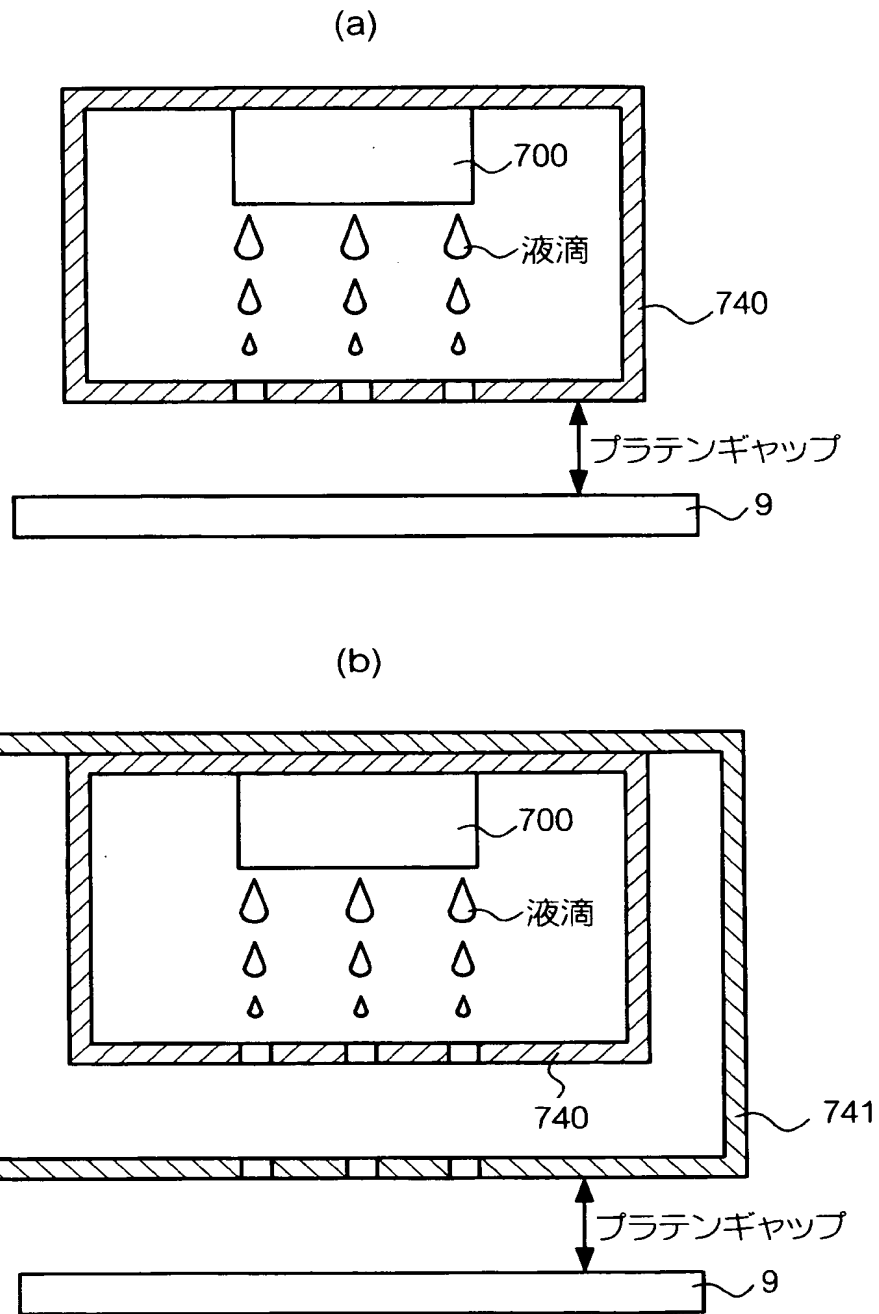
【図 25】



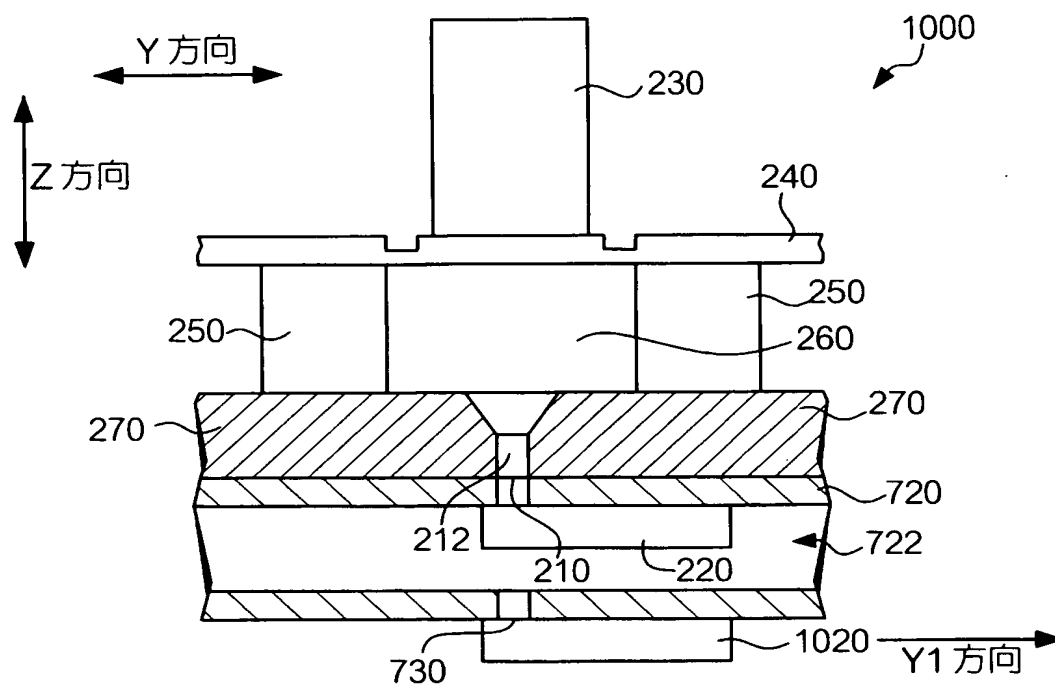
【図 26】



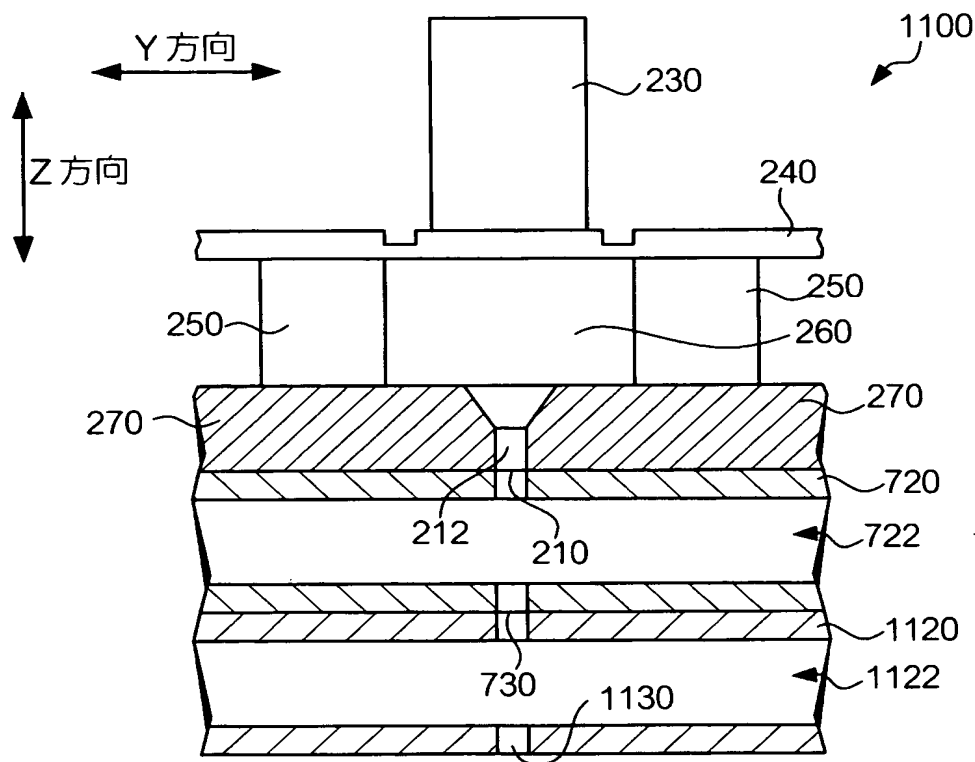
【図 27】



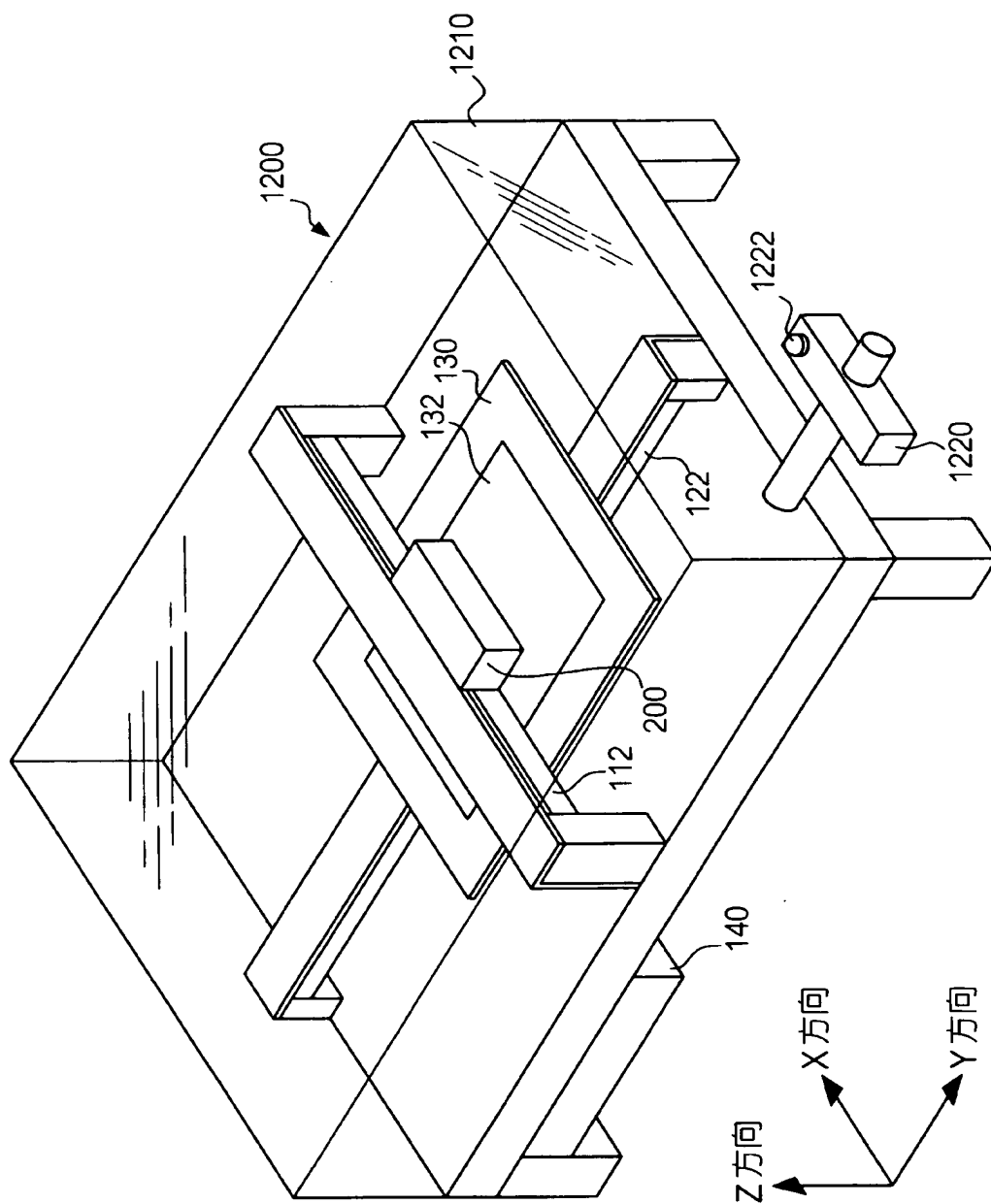
【図 28】



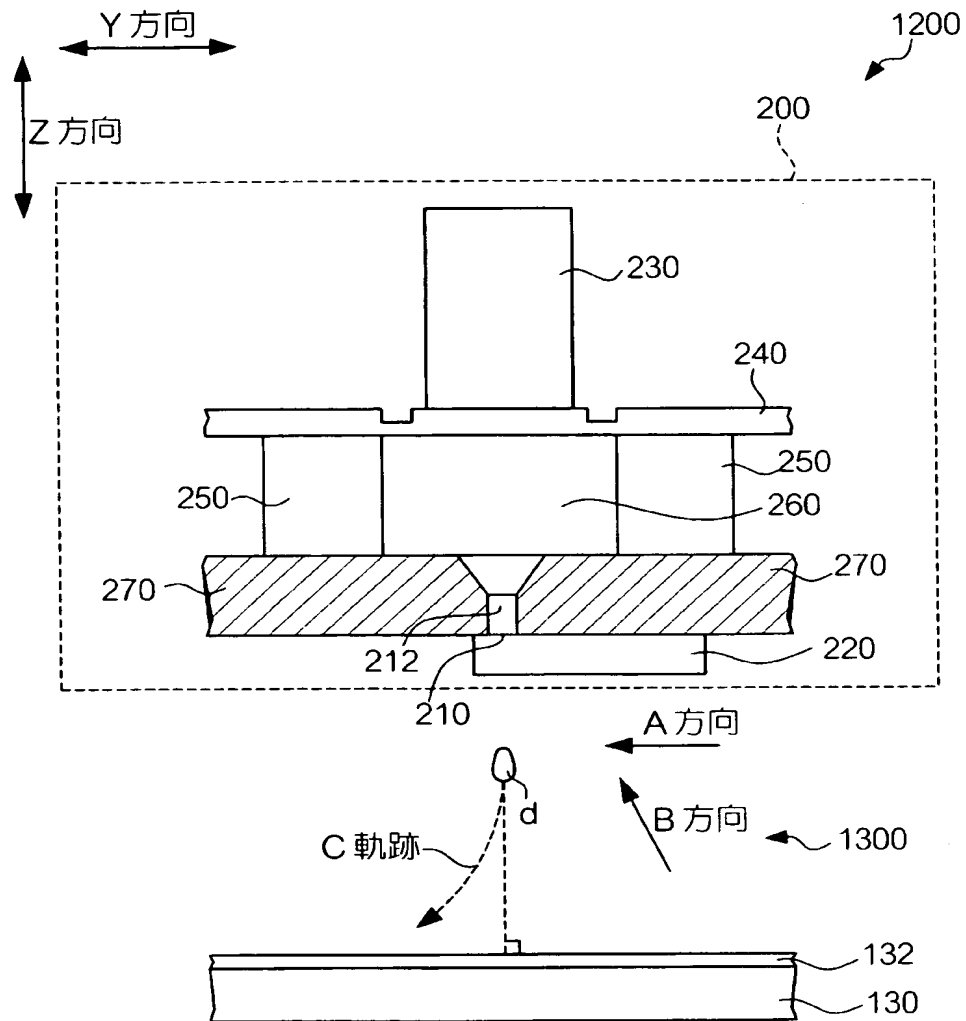
【図 29】



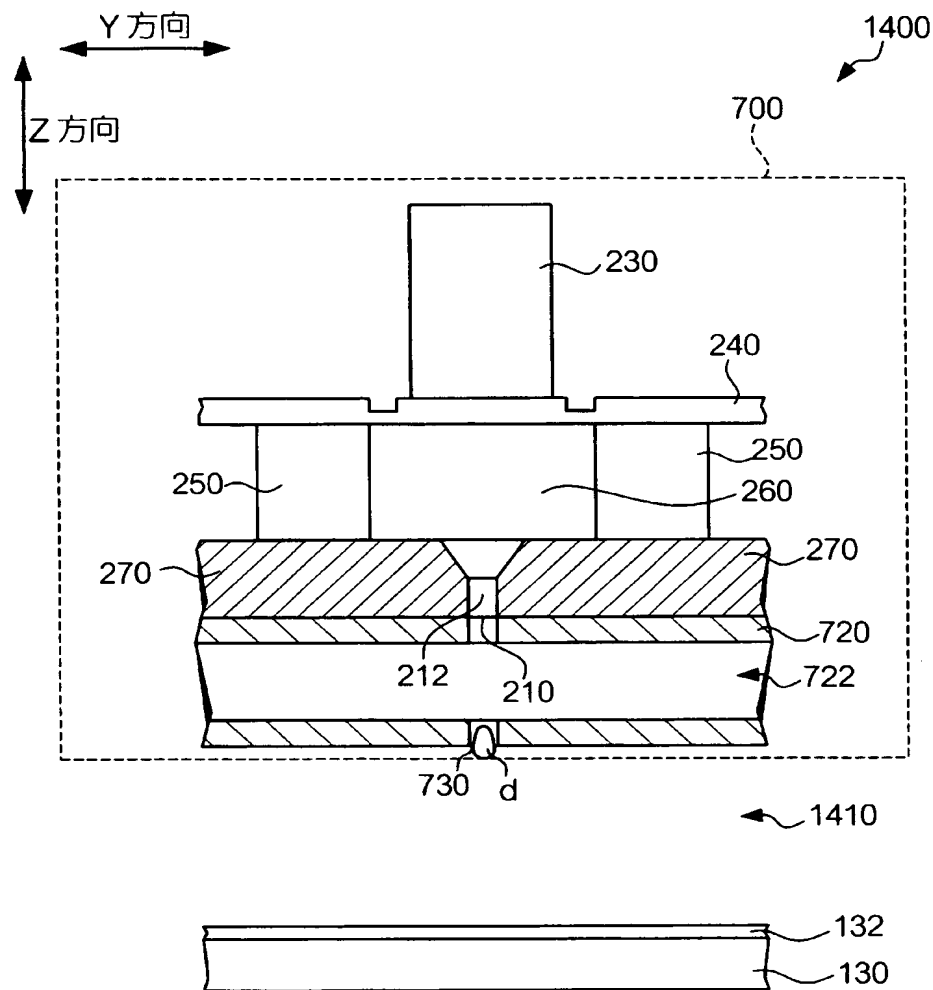
【図 30】



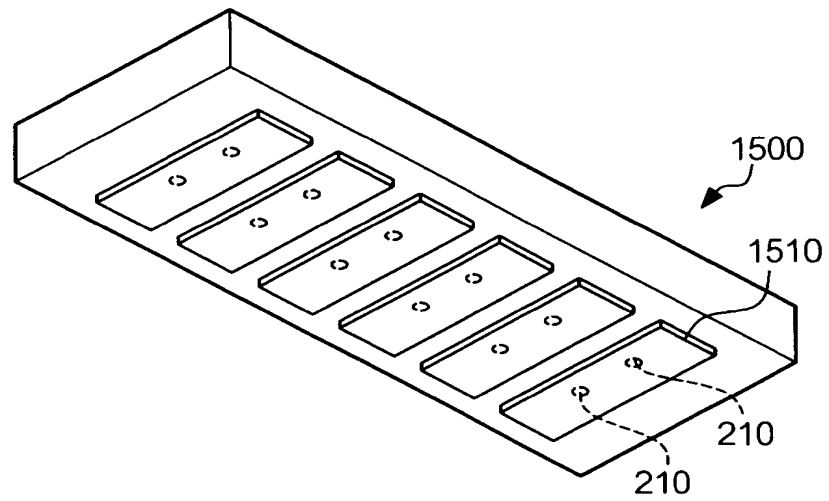
【図 31】



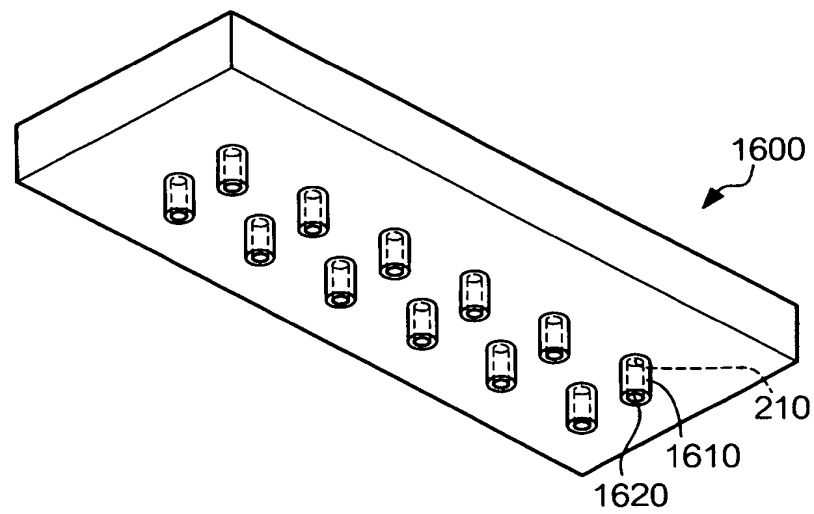
【図 3 2】



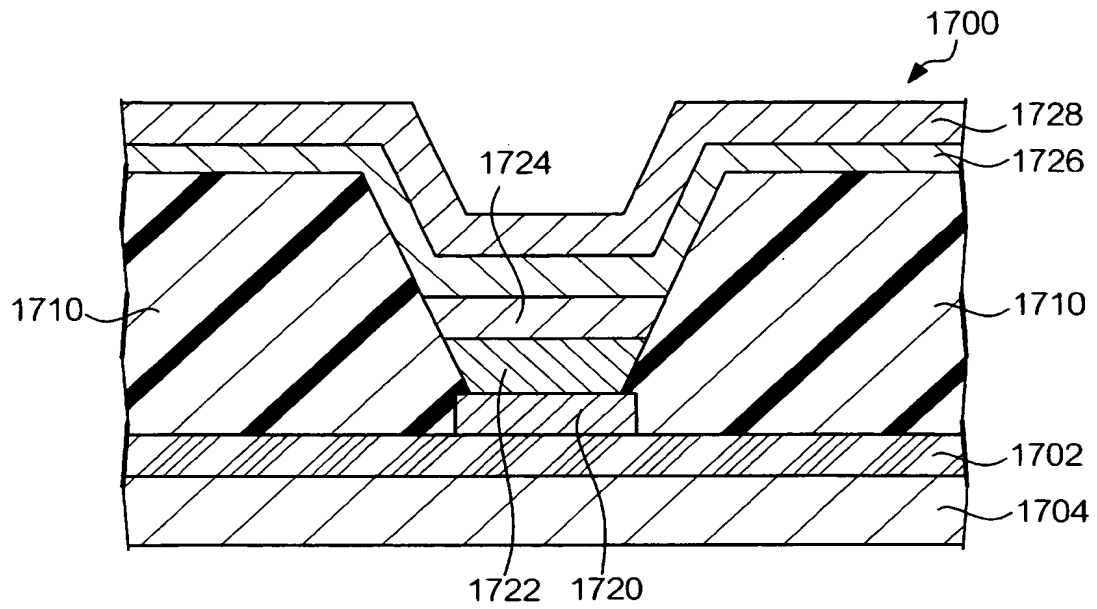
【図 33】



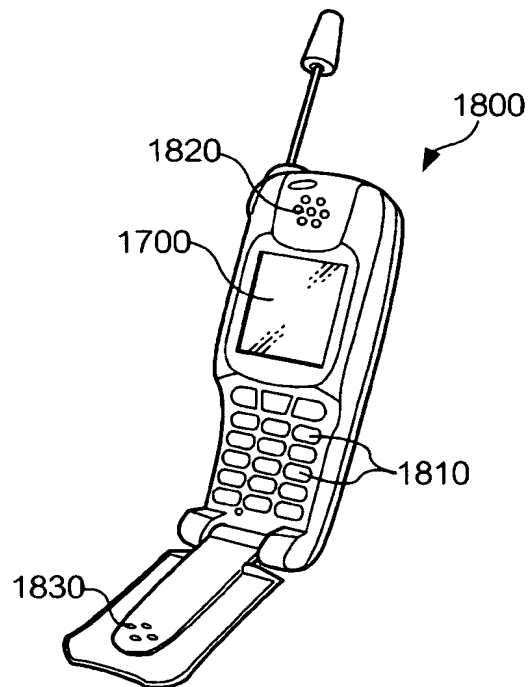
【図 34】




【図 35】



【図 36】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 インクジェット装置等の液滴吐出装置において、精度よく液滴吐出を行う。

【解決手段】 基板の目標位置に向け、吐出ヘッドから液滴を吐出させるとともに、当該液滴進むべき軌道を円筒状のレーザー光で取り囲む。これにより、吐出ヘッドから吐出された液滴の進路が所定の軌道から外れたとしても、液滴はレーザー光に跳ね返され、基板上の目標位置に着弾させることができる。

【選択図】 図 2



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-381756
受付番号	50301865190
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成 15 年 11 月 14 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】	100098084
【住所又は居所】	東京都中央区日本橋一丁目 2 番 10 号 東洋ビル ディング 7 階 朝日特許事務所
【氏名又は名称】	川▲崎▼ 研二

特願 2003-381756

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002369]

1. 変更年月日
[変更理由]

1990年 8月20日
新規登録

住 所
氏 名

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
セイコーエプソン株式会社